ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1927.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le 12 décembre.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le professeur **Costantino Gorini**, de l'Université de Milan, et à M. le professeur **Vladimir Rostitzin**, Directeur de l'Institut Géophysique de Russie, qui assistent à la séance.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome 183 (2e semestre 1926) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉTÉORITES. — *Le fer météorique de l'oasis de Tamentit dans le Touat.* Note de M. **A. Lacroix**.

Je suis heureux de signaler à l'Académie l'arrivée au Muséum d'un document d'un très grand intérêt, d'un bloc de fer météorique provenant de l'oasis de Tamentit dans le Touat.

J'ai trouvé, il y a quelques années, dans le récit d'un voyage du Maroc au Touat effectué, en 1864, par G. Rohlfs ([1]), l'indication que cet explorateur, en passant à Tamentit, avait vu dans la kasbah un bloc de fer qu'il

([1]) Gerhard Rohlfs, *Tagebuch seiner Reise durch Marokko nach Tuat,* 1864 (*Petermann. Mitteil,* 3, 1865, p. 409).

a supposé être d'origine météoritique. Il n'avait pu l'étudier ni recueillir de renseignements sur son origine.

Pour me documenter sur cette question, je me suis adressé à M. Émile Gautier, si ouvert sur tout ce qui concerne le Sahara; il m'a appris qu'il avait vu lui-même ce bloc dont le commandant Laquière a donné un croquis en 1902 [1].

M. Boulogne, directeur des Territoires du Sud, a bien voulu faire faire une enquête à ce sujet et faire prendre une photographie de l'échantillon, sur lequel quelques grammes ont pu être prélevés : ils m'ont permis de constater qu'il s'agissait bien là d'un fer météorique. Il était considéré comme un porte-chance, auquel les indigènes attachaient une très grande importance. Des négociations, longues et compliquées, qui ont duré près de deux années, ont été nécessaires pour les amener à consentir à la cession de ce bloc de métal. M. Viollette, Gouverneur général de l'Algérie, a eu la générosité d'en faire l'acquisition et de l'offrir à notre Muséum national.

J'ai été averti, dans le courant de l'an dernier, que cette météorite était à notre disposition ; j'eusse été fort embarrassé de ce cadeau aussi pesant que précieux, gisant dans le désert à plus d'un millier de kilomètres de la côte, si de nouveaux concours dévoués et des moyens de transport perfectionnés nouvellement mis en action dans le Sahara n'étaient venus à notre aide. M. le C[nt] Gierzynski, chef du poste d'Adrar, s'est chargé de transporter la météorite en dehors du ksar de Tamentit et cela n'a pas été une petite affaire, en l'absence de matériel approprié, si l'on en juge par la description de la ville qu'a donnée le commandant Laquière.

« Celle-ci, entourée de très hautes murailles, est percée de trois portes étroites ouvrant sur un fossé de 4^m de profondeur et de $2^m,50$ de largeur. En face de chaque porte, la communication avec le chemin de ronde est faite par un pont en troncs de palmiers qui peut, en cas de danger, être détruit en quelques instants.... Chaque entrée donne sur un passage étroit et obscur, très sinueux, battu de tous côtés par de multiples meurtrières. L'aspect est celui d'une ville de guerre du Moyen Âge. Les rues sont tortueuses, très étroites, encaissées, fréquemment coupées de tunnels sombres, dans lesquels on ne circule qu'à tâtons.... C'est au croisement de deux rues, près du lieu habituel de réunion de la Djemaâ que se trouve, profondément enfoui dans le sol, le météorite dont parlent Rohlfs et Deporter. Ce météorite émerge de 40^{cm} environ du sol de la rue, il n'est protégé par rien, les gens et les animaux vont et viennent auprès de lui, mais l'on évite autant que possible de le heurter. »

---

[1] *La colonne Servière au Tidikelt, au Touat et au Gourara* (21 mai-18 août 1900). Supplément au *Bulletin du Comité de l'Afrique française* de janvier 1902, p. 21.

Après une première reconnaissance, M. Estienne, directeur de la Compagnie générale transsaharienne, a fait charger la météorite sur une automobile et a effectué gracieusement son transport jusqu'à Colomb-Béchar, tête de ligne des chemins de fer algériens.

Il est possible d'avoir quelques indications sur l'époque de la chute de ce fer météorique. En effet M. Watin, interprète militaire, a découvert dans le Touat un manuscrit arabe non daté ayant pour titre « El Bassit »; dans une note accompagnant la traduction qu'il en a donnée, se lit l'indication suivante ([1]) :

« La légende rapporte qu'à l'époque où les Oulad Nesslem, les Oulad Yacoub et les Oulad Daoud occupaient Tamentit, un bloc d'or tomba entre Noum en Nas et Tittaf ([2]).

» Les habitants se transportèrent immédiatement sur les lieux. Des difficultés s'élevèrent pour le partage, chaque tribu voulut le posséder. Dieu changea le bloc en argent, mais comme les disputes continuaient, il transforma l'argent en une matière qui compose le bloc que l'on voit de nos jours. Ces familles regagnèrent Tamentit et abandonnèrent la « Rouza ». Ce ne fut qu'à l'époque des Oulad Ali ben Moussa et sur l'ordre du cheikh Amr' que le météorite fut transporté à Tamentit et placé devant la porte de la mosquée. »

On ne trouve là aucune indication de date, mais une donnée est fournie par l'ouvrage d'un autre interprète militaire, M. A.-G.-P. Martin ([3]), qui a recueilli des souvenirs oraux indigènes; il y situe le cheikh Amr' de Tamentit entre les années 1392 et 1413; le contexte mentionne aussi les Ouled Nesslem.

La météorite aurait donc été portée à Tamentit vers la fin du XIVe siècle et serait tombée quelques années auparavant. Il en résulte que c'est la plus ancienne chute repérée, sinon exactement datée, d'un fer météorique recueilli.

Le fer, dit de Caille ([4]) (Var), est tombé aux alentours de 1600 sur la Montagne de l'Audibergue, dans la commune d'Andou, limitrophe de Caille; celui de Hraschina, en Croatie, le 26 mai 1751; c'est là la pre-

---

([1]) *Bull. Soc. géogr. d'Alger et de l'Afrique du Nord*, **10**, 2e trimestre, 1905, p. 233.

([2]) Noum en Nas se trouve à environ 12^{km}, Tittaf à environ 40^{km} au sud-sud-est de Tamentit.

([3]) *Les oasis sahariennes*, Paris, 1908, p. 115.

([4]) Il a été trouvé en 1828 par Brard et envoyé au Muséum.

mière date véritablement précise qui ait été enregistrée pour un fer météorique [1].

Le fer de Tamentit, du poids de 510^{kg}, a la forme d'un bouclier bosselé, limité par une surface bombée couverte de nombreux piézoglyptes et une surface opposée légèrement concave, creusée de piézoglyptes plus grands et plus profonds. Sa section est grossièrement carrée et mesure 0^{m},77 suivant ses diagonales; la plus grande épaisseur est de 0^{m},44.

La surface bombée qui était vraisemblablement la surface antérieure lors de la course de la météorite, a été polie par les attouchements des Berbères et elle possède l'éclat métallique : la surface postérieure, qui a reposé sur le sol pendant tant d'années est recouverte d'un léger enduit oxydé noirâtre.

Un examen préliminaire montre qu'il s'agit d'un fer pauvre en nickel, appartenant structuralement au groupe des *ataxites*, mais l'examen métallographique ayant été fait sur une esquille détachée de la surface, cette indication pourrait n'être que provisoire. L'étude d'une section un peu profonde, qui va être pratiquée sur une des indentations du bloc, permettra, en effet, de savoir si cette structure résulte ou non de la transformation d'une structure octaédrique originelle sous l'influence du réchauffement de la météorite au cours de sa traversée de l'atmosphère terrestre.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équipartition de l'énergie.* Note de M. L. **Lecornu**.

Le principe de l'équipartition de l'énergie, tel qu'on l'entend ordinairement en physique moléculaire, concerne l'égalité statistique des énergies cinétiques correspondant aux divers degrés de liberté du système (formé d'un nombre immense de molécules) que l'on se propose d'étudier. Mais, ainsi que l'a fait remarquer M. J. Perrin [2], il peut parfois s'étendre à l'énergie potentielle : on constate par exemple que, pour chaque oscillation du pendule ordinaire, la valeur moyenne de l'énergie potentielle est égale à celle de l'énergie cinétique. Cette égalité n'est plus une question de statistique. Je me place ici à ce point purement mécanique.

Observons d'abord que l'énergie potentielle n'est définie qu'à une constante près, et que celle-ci peut toujours être choisie de façon à obtenir,

---

(1) La première météorite pierreuse qui ait été conservée est celle d'Einsisheim (Alsace); elle date du 16 novembre 1492.

(2) *Les atomes*, Note concernant l'article 43.

pour un mouvement déterminé, l'égalité des deux sortes d'énergie. Quand il s'agit d'un système oscillant autour d'une position d'équilibre stable, il est naturel de convenir que le potentiel est nul dans cette position d'équilibre. L'équipartition se vérifie ainsi pour le pendule, mais à condition de se limiter aux oscillations infiniment petites : quand l'énergie totale augmente, la valeur moyenne du potentiel croît plus vite que celle de l'énergie cinétique. D'une façon générale, la théorie classique des petits mouvements montre que, pour chacun des mouvements simples composants, l'équipartition n'est assurée, au cours d'une période, que pour le cas d'une énergie totale infiniment petite. Ajoutons que les énergies cinétiques moyennes de ces divers mouvements simples sont indépendantes. Pour le mouvement résultant de la superposition des mouvements simples (dont les périodes peuvent être incommensurables entre elles), l'équipartition des énergies moyennes, cinétique et potentielle, relatives à un certain intervalle de temps tend, au même degré d'approximation, à se vérifier à mesure que croît cet intervalle.

Voici maintenant un problème dans lequel l'équipartition se présente d'une façon assez différente. Considérons un mouvement planétaire, c'est-à-dire le mouvement d'un point matériel soumis à l'attraction newtonienne d'un centre fixe et faisons, pour simplifier l'écriture, la masse de ce point égale à l'unité. Soient r la distance au centre et k la constante de l'attraction. Le potentiel U est, avec une constante arbitraire C, égal à $C - \frac{k}{r}$.

En fonction de la vitesse v l'énergie cinétique est $T = \frac{v^2}{2}$. On a d'ailleurs, d'après une formule connue, a étant le demi-grand axe,

$$v^2 = k\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right). \tag{1}$$

La durée τ de la révolution est liée à a par la troisième loi de Képler.

Appliquons à une trajectoire complète le principe de Hamilton. D'après ce principe, si, prenant un point déterminé P de cette trajectoire comme point de départ et comme point d'arrivée, on la déforme infiniment peu et si t est à un instant quelconque la valeur du temps, la variation de l'intégrale $I = \int_0^\tau (T - U)\,dt$ est infiniment petite du second ordre. I a donc même expression pour toutes les orbites qui, passant en P, possèdent même période et, par conséquent, même longueur de grand axe. Cette expression

est

$$\mathrm{I}=\int_0^\tau\left[k\left(\frac{2}{r}-\frac{1}{2a}\right)-\mathrm{C}\right]dt=2k\int_0^\tau\frac{dt}{r}-\left(\mathrm{C}+\frac{k}{2a}\right)\tau.$$

Les variables r, t étant liées à l'anomalie excentrique u par les équations

$$r=a(1-e\cos u),\qquad 2\pi\frac{t}{\tau}=u-e\sin u,$$

où e désigne l'excentricité, on a

$$\frac{dt}{r}=\frac{\tau}{2\pi a}du,\qquad \text{d'où}\qquad \int_0^\tau\frac{dt}{r}=\frac{\tau}{a},$$

et il vient ainsi

(2) $$\mathrm{I}=\left(\frac{3k}{2a}-\mathrm{C}\right)\tau.$$

Si donc on attribue à C la valeur $\frac{3k}{2a}$, l'équipartition se trouve rigoureusement réalisée pour toutes les orbites dont le grand axe est de longueur a.

Avec une attraction proportionnelle à r on reconnaît immédiatement que la condition générale d'équipartition est que le potentiel s'annule au centre, position d'équilibre stable.

Rappelons au surplus que l'attraction newtonienne et l'attraction proportionnelle à la distance sont les seules qui donnent toujours des trajectoires fermées.

Dans le cas d'un électron circulant autour d'un noyau positif, il peut y avoir lieu d'adjoindre à la force centrale une force, d'origine électromagnétique, perpendiculaire à la vitesse. Soit $2\lambda v$ la grandeur de cette seconde force. Son moment par rapport au centre est $2\lambda r\frac{dr}{dt}\cdot$ En admettant la constance de λ et appelant θ l'angle polaire, le théorème des aires s'exprime par la relation

$$r^2\left(\frac{d\theta}{dt}-\lambda\right)=\mathrm{A}\qquad(\mathrm{A}=\text{const.}).$$

Substituons aux axes fixes des axes tournant autour du centre dans un sens convenable avec la vitesse λ, et soit alors $\varphi=\theta-\lambda t$ l'angle polaire. Il vient

(3) $$r^2\frac{d\varphi}{dt}=\mathrm{A}.$$

D'autre part, le travail de la force $2\lambda v$ étant nul, le théorème des forces

vives fournit l'équation

$$(4) \qquad v^2 - \frac{2k}{r} = h \qquad (h = \text{const.}).$$

La vitesse relative v' est liée à la vitesse absolue v par l'équation

$$v^2 = v'^2 + 2\lambda r^2 \frac{d\varphi}{dt} + \lambda^2 r^2 = v'^2 + 2\lambda A + \lambda^2 r^2.$$

Si donc λ est assez petit pour que l'on puisse négliger son carré, on a

$$(5) \qquad v'^2 - \frac{2k}{r} = h' \qquad (h' = h - 2\lambda A).$$

Les équations (3) et (5) sont de même forme que pour le mouvement planétaire rapporté à des axes fixes, en sorte que, pour le mouvement relatif, l'équipartition subsiste, mais seulement dans la mesure où il est permis de regarder λ comme étant une constante très petite. Il en est de même avec l'attraction proportionnelle à la distance.

CRYPTOGAMIE. — *Sur le gamétophyte d'une Algue phéosporée* (Nereia filiformis *Zan.*). Note [1] de M. C. **Sauvageau.**

J'ai montré récemment [2] qu'une Phéosporée asexuée, le *Carpomitra Cabreræ* Kütz., est le sporophyte d'une plante sexuée microscopique, jusqu'alors inconnue. L'alternance des générations y est très nette. Comme il était à prévoir que les autres Sporochnacées possèdent une semblable alternance des générations, cette famille, fort naturelle par ailleurs, mérite de constituer un groupe de degré taxinomique plus élevé, les Sporochnales.

N'ayant pu encore obtenir le *Sporochnus* qui vit dans l'Océan sur les rochers profonds, je me suis adressé, pour continuer cette étude, au *Nereia* de la Méditerranée. J'en ai reçu à Guéthary (Basses-Pyrénées) trois envois du Laboratoire de Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes), les 28 mai, 7 août et 21 août 1926; les thalles me parvenaient en assez bon état quant aux cellules végétatives et aux fils colorés, mais les sporanges supportaient si mal le voyage que les deux premiers envois ne me fournirent aucune

(1) Séance du 16 mai 1927.

(2) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 361, et *Bulletin de la Station biologique d'Arcachon*, **23**, 1926, p. 141.

déhiscence et que le troisième m'a procuré seulement un petit nombre de zoospores; puis le développement fut très lent et les Diatomées gênèrent l'observation. Par suite, mon étude du *Nereia* est moins complète que celle du *Carpomitra:* elle nous apprend néanmoins plusieurs faits intéressants pour l'histoire générale du groupe.

Comme chez le *Carpomitra*, les zoospores renferment un unique chromatophore et la germination de l'embryospore produit un tube très étroit dont l'extrémité distale renflée sera l'origine du prothalle. Ici encore, l'embryospore périt souvent après formation de l'ébauche du prothalle. Tandis que les cellules prothalliennes du *Carpomitra* renferment un chromatophore déchiqueté, d'aspect tellement différent des multiples chromatophores discoïdes du thalle normal que, si l'on ne voyait le proembryon du sporophyte naître sur le gamétophyte, on croirait avoir affaire à deux plantes sans parenté entre elles, il en est autrement chez le *Nereia* où les deux tronçons possèdent des chromatophores discoïdes identiques.

Les prothalles, généralement dioïques et protandres, sont réduits à quelques cellules. Les prothalles mâles portent de nombreuses anthéridies en forme de fiole, comme celles des Laminaires et du *Carpomitra;* toutefois, au lieu d'être simples, elles sont toujours divisées en deux logettes superposées à déhiscence indépendante. Les prothalles femelles sont légèrement plus larges; ils n'émettent pas d'oosphère libre et leur cellule terminale se comporte, comme chez le *Carpomitra*, à la manière d'un oogone apogame. Par suite de la similitude des chromatophores, je n'ai pu voir à quel moment précis s'effectue la transformation, et le filament primitif ou proembryon, continue directement le prothalle. Le sporophyte proprement dit apparaît aux dépens d'une cellule inférieure de ce filament primitif, et la portion de celui-ci, que j'ai nommée pédicelle, est parfois si courte qu'elle semble manquer. Les plantules obtenues correspondent aux premiers états qu'Oltmanns a figurés d'après Kuckuck [1], mais l'interprétation, on le conçoit, en est tout autre.

L'identité des chromatophores du gamétophyte et du sporophyte, la brièveté du pédicelle du sporophyte permettent de considérer le *Nereia* comme un type moins différencié que le *Carpomitra*. Comparant les Sporochnales aux Cutlériales, on pourrait dire que, sous ces rapports, le *Nereia* est au *Carpomitra* ce que le *Zanardinia* est au *Cutleria*.

---

(1) *Morphologie und Biologie der Algen*, Iéna, 2, 1922, fig. 339, p. 47.

MICROBIOLOGIE. — *Étude comparative de quelques virus récurrents, pathogènes pour l'homme.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **Charles Anderson.**

Nous avons étudié comparativement quatre virus récurrents, pathogènes pour l'homme : virus récurrent mondial (souches tunisiennes), espagnol (souche de Buen), de la fièvre des tiques ou Dutton (Mesnil), de la musaraigne (Mathis).

I. Au point de vue de l'évolution des infections qu'ils déterminent, on remarque que :

Chez le rat et la souris, les virus espagnol, Dutton et musaraigne provoquent, par toutes voies (y compris la conjonctivale), des infections sans fièvre, caractérisées par des accès où les spirochètes sont visibles et nombreux dans le sang. Ces accès sont séparés par des intervalles sans spirochètes, mais où le sang reste virulent. Il le demeure encore 10 jours en moyenne après la dernière constatation de spirochètes. La durée de la maladie expérimentale ne paraît pas dépasser 36 jours. L'incubation est d'autant plus courte et le nombre des accès d'autant moindre que la dose inoculée de virus est plus forte. Le virus Dutton est le plus pathogène, l'espagnol le moins. A ce point près, évolution identique des infections et conservation indéfinie possible des trois virus par passages. Au contraire, le virus mondial ne donne que des infections éphémères sans rechutes; virus difficile à conserver.

Chez le cobaye, le virus mondial se comporte de même. Les virus Dutton et musaraigne donnent des infections d'une durée allant jusqu'à quatre semaines avec virulence du sang; mais présence, rarement constatée, de spirochètes exceptionnels. L'infection par le virus espagnol est une récurrente à accès fébriles où les spirochètes sont nombreux dans le sang.

Chez le lapin et chez *Meriones Shawi,* les virus espagnol, Dutton, musaraigne donnent des infections de même durée que chez le cobaye, sans fièvre, à spirochètes rarement visibles ou même non présents (cas du virus espagnol chez le mérion). Infection éphémère, mais à spirochètes nombreux avec le virus mondial.

Chez le singe, fièvres récurrentes (la moins récurrente est la mondiale). *Chez l'homme*, fièvres récurrentes avec spirochètes fréquemment présents et nombreux dans les récurrentes espagnole et mondiale, rares dans la fièvre des tiques, absents à l'examen direct dans l'infection par virus de la musaraigne.

II. Au point de vue des immunités conférées :

Les infections à virus espagnol, Dutton et musaraigne confèrent, vis-à-vis du virus inoculé, une immunité de 3 mois, même aux espèces chez lesquelles les spirochètes sont rares ou absents. Dans les mêmes conditions, le virus espagnol ne vaccine pas contre les deux autres ni les deux autres contre le virus espagnol; tandis que le virus Dutton vaccine toujours contre le virus musaraigne et le virus musaraigne souvent contre le Dutton.

Le virus mondial vaccine généralement le singe contre lui-même pour une durée de 3 mois; il ne le vaccine pas contre l'espagnol.

III. Au sujet du mode de transmission :

Nous savons que le virus mondial est transmis par les poux, non par les ornithodores; le Dutton par *O. moubata*, non par poux; l'espagnol par *O. marocanus*, par poux et peut-être par *O. Savignyi*.

Nous ignorons le mode de transmission naturel du virus musaraigne. Le rôle d'autres transmetteurs n'est pas démontré; mais la question reste à l'étude.

IV. Conclusions. — Les quatre virus étudiés se classent en trois groupes :

1° Virus récurrent mondial.

2° Virus espagnol, intermédiaire entre le précédent virus et les suivants.

3° Virus de la fièvre des tiques et de la musaraigne. Il est intéressant de constater la parenté intime, sinon l'identité, du virus d'une maladie humaine du centre de l'Afrique et d'un virus qu'on rencontre sur un insectivore de la côte du Sénégal.

M. **Alfred Lacroix** fait hommage à l'Académie du *Discours prononcé* par lui *à la séance générale d'ouverture du Congrès du cinquantenaire de l'Association française pour l'avancement des sciences* (1926).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Boutaric. *Marcelin Berthelot*, 1827-1907. (Présenté par M. Ch. Moureu.)

2° Ch. Doyère. *Théorie du navire*.

3° G. Passelègue. *Les Concasseurs à Noix de Palme*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de polynomes.* Note de M. GASTON JULIA.

J'ai indiqué antérieurement ([1]) quelques propriétés remarquables d'une classe de polynomes $\Pi_n(z)$ relatifs à un domaine D simplement connexe, borné, contenant l'origine. Parmi tous les polynomes P_n de degré $\leq n$ pour lesquels $P_n(0)=0$, $P'_n(0)=1$, Π_n est celui pour lequel le *maximum de la valeur absolue dans* D *est le plus petit possible*. Voici de nouvelles propriétés de ces polynomes Π_n, relatives à l'approximation de D par des domaines intérieurs ou extérieurs.

1. Supposons que D soit un domaine satisfaisant aux conditions requises (voir les deux Notes indiquées ci-dessus) pour que Π_n, lorsque n devient infini, tende vers la fonction $f(z)$ fournissant la représentation conforme de D sur un cercle ([2]). On peut toujours trouver dans D une suite de domaines $D_1, D_2, \ldots, D_p, \ldots$, simplement connexes, limités par des contours formés d'arcs analytiques, tels que chaque D_p soit contenu dans les suivants, et tels que $\lim\limits_{p=\infty} D_p = D$. On appellera $\Pi_{n,p}$ le polynome de degré n analogue à Π_n, mais relatif au domaine D_p et $m_{n,p}$ le maximum de $|\Pi_{n,p}|$ dans D_p.

On a

$$m_{n,p} \geqq m_{n+1,p} \quad \text{et} \quad m_{n,p} < m_{n,p+1}.$$

D'autre part, $\lim\limits_{n=\infty} m_{n,p} = \rho_p$, rayon de l'aire D_p et $\lim\limits_{n=\infty} \Pi_{n,p} = f_p(z)$ qui représente D_p sur $|Z| < \rho_p$.

On a aussi $\lim\limits_{p=\infty} m_{n,p} = m_n$, m_n étant le maximum de $|\Pi_n|$ dans D et, uniformément dans tout domaine borné : $\lim\limits_{p=\infty} \Pi_{n,p} = \Pi_n(z)$. A cause des inégalités $m_p > m_{p,p} \geqq \rho_p$ et $m_p \geqq \rho > \rho_p$, on voit que $|m_{p,p} - \rho| < m_p - \rho_p$ et, puisque $\lim\limits_{p=\infty} m_p = \lim\limits_{p=\infty} \rho_p = \rho$, on a $\lim\limits_{p=\infty} |m_{p,p} - \rho| = \rho$.

On en déduit que, dans tout domaine Δ intérieur à D, $\Pi_{p,p}(z)$ *converge uniformément vers* $f(z)$. On peut donc remplacer la suite des polynomes Π_n par celle des polynomes $\Pi_{p,p}$ relatifs à des domaines D_p, intérieurs, tendant vers D et *dont la détermination pourra être plus facile que celle des* Π_p. La

---

([1]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 10, et 184, 1927, p. 1107.

([2]) Ces conditions sont satisfaites en particulier si D est l'intérieur d'une courbe de Jordan fermée simple.

convergence des $\Pi_{p,p}$ vers f est de l'ordre de $m_p - \rho_p = (m_p - \rho) + (\rho - \rho_p)$; $m_p - \rho$ réglait la convergence des Π_p vers f, et $\rho - \rho_p$ règle celle des D_p vers D. L'étude des $\Pi_{n,p}$ pour n fixe et p variable se fait aisément en notant qu'ils forment alors une famille *également continue*.

2. On a des circonstances analogues si D_p contient tous les domaines D_{p+1}, D_{p+2}, ..., et tend vers D pour $p = \infty$. Avec les mêmes notations que précédemment on aura

$$m_{n,p} > m_{n,p+1} \quad \text{et} \quad m_{n,p} > m_{n+1,p}; \qquad \lim_{n=\infty} m_{n,p} = \rho_p; \qquad \lim_{p=\infty} m_{n,p} = m_n;$$

et, dans tout domaine Δ intérieur à D : $\lim\limits_{n=\infty} \Pi_{n,p} = f_p(z)$; $\lim\limits_{p=\infty} \Pi_{n,p} = \Pi_n(z)$ [cette dernière limite est valable dans tout le plan]. On en déduit aisément

$$\lim_{n=\infty} m_{n,n} = \rho \quad \text{et, dans } \Delta, \quad \lim_{n=\infty} \Pi_{n,n} = f(z).$$

En effet, pour ν choisi assez grand, on aura $\rho_\nu - \rho < \varepsilon$; ν étant ainsi choisi fixe, on a, pour p assez grand et $> \nu$, $(m_{p,\nu} - \rho_\nu) < \varepsilon$, c'est-à-dire $(m_{p,\nu} - \rho) < 2\varepsilon$; or, p étant $> \nu$, on aura $m_{p,\nu} > m_{p,p} > \rho$, c'est-à-dire $(m_{p,p} - \rho) < 2\varepsilon$, et comme $m_{p,p} > m_{p+1,p+1} > \ldots > \rho$, l'inégalité $(m_{n,n} - \rho) < 2\varepsilon$ sera vérifiée pour tout $n > p$.

3. La méthode du n° 2 permet d'étudier la suite des Π_n *lorsque* O *est un point frontière de* D, toutes les autres conditions indiquées au début du n° 1 étant remplies. Π_n est toujours la limite de $\Pi_{n,p}$ pour $p = \infty$. Les rayons ρ_p des D_p *tendent vers zéro*, le noyau des domaines D_p relatif à O se compose du seul point O. Dans ce qui précède (n° 2) il faut supposer $\rho = 0$. On a encore $\lim\limits_{n=\infty} m_{n,p} = \rho_p$; $\lim\limits_{p=\infty} m_{n,p} = m_n$. De plus, $m_n < m_{n,p} = (m_{n,p} - \rho_p) + \rho_p$. ε étant donné, on aura, pour $p > p_0$, $\rho_p < \varepsilon$; p étant ainsi fixé, on aura, pour n assez grand, $m_{n,p} - \rho_p < \varepsilon$. Donc pour $n > n_0$ on aura $m_n < 2\varepsilon$. Donc $\lim\limits_{n=\infty} m_n = 0$. Les polynomes $\Pi_n(z)$ *tendent alors uniformément vers zéro dans tout* D, *frontière comprise*, sans qu'il en soit de même de leurs dérivées sur la frontière, car on a toujours $\Pi'_n(0) = 1$.

4. La même méthode s'applique lorsque D est un *continu borné quelconque, sans point intérieur, auquel appartient l'origine*. La définition et l'existence des Π_n se traitent comme pour les domaines D. Lorsqu'on peut faire l'approximation de D par des domaines D_p emboîtés, simplement connexes, et tendant vers D pour $p = \infty$, on démontre, comme au n° 3, que Π_n *tend uniformément vers zéro sur* D. Lorsque D se compose du segment $(-1, +1)$ de l'axe réel, la détermination des Π_n est aisée : en posant $z = \sin u$, on a $\Pi_{2n+1} = \Pi_{2n+2} = \dfrac{1}{2n+1} \sin(2n+1)u$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété d'invariance du groupe des transformations de contact et les transformations de certaines équations aux dérivées partielles du deuxième ordre à n variables indépendantes.* Note de M. G. **Cerf**, présentée par M. Goursat.

1. Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ les coordonnées de l'élément du premier ordre dans un espace à $n+1$ dimensions et q fonctions distinctes $f_1, f_2, \ldots, f_q$ de ces coordonnées. On sait que ces fonctions définissent un groupe, au sens de la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre, moyennant les deux conditions suivantes : 1° les rapports des crochets mutuels de ces fonctions s'expriment au moyen de $f_1, \ldots, f_q$; 2° si l'on désigne par W l'inverse du crochet de deux des f qui ne sont pas en involution, l'expression $[W, f_i] - W\frac{\partial f_i}{\partial z}$ s'exprime aussi, quel que soit i, au moyen des f seulement. L'ensemble des deux propriétés ainsi définies est invariant par rapport à une transformation de contact quelconque; mais la première propriété à elle seule jouit de cette invariance et si elle est vérifiée sans que la seconde le soit nécessairement, nous dirons que les f définissent une famille de fonctions.

Il est remarquable que les conditions qui expriment que les fonctions f forment une famille entraînent un grand nombre de celles qui expriment en outre que les fonctions définissent un groupe. Si l'on cherche à déterminer les familles de plus de trois fonctions, on constate que celles qui ne jouissent pas de toutes les propriétés de groupe contiennent une sous-famille de $q-1$ fonctions qui constitue un groupe involutif; le problème s'achève alors aisément.

Nous ne donnons qu'un exemple où $n=3$, $q=5$: les fonctions x_1, x_2, x_3, z et $\frac{p_1}{p_2+z}$ forment une famille et non un groupe.

2. Les familles de $q=n+2$ fonctions interviennent dans la question suivante relative aux équations aux dérivées partielles du second ordre à n variables indépendantes. Nous nous placerons dans le cas où $n=3$. A un élément du premier ordre x, z, p, nous faisons correspondre une hypersurface à trois dimensions par la relation

$$Z = F(X_1, X_2, X_3; x, z, p). \tag{1}$$

A une hypersurface (s) nous faisons correspondre, en général, l'enve-

loppe S des $\infty^3 \Sigma$ correspondant à ses différents éléments. Considérons l'équation du second ordre (θ) obtenue par l'élimination de X_1, X_2, X_3, entre les relations (2) et (3),

$$(2) \qquad F_i' = \frac{dF}{dx_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, 3),$$

$$(3) \qquad \frac{D(F_1, F_2, F_3)}{D(X_1, X_2, X_3)} = 0.$$

Cette équation (θ) admet deux familles de caractéristiques à une dimension, qui sont en général du second ordre ; elle n'est pas la plus générale de cette espèce.

Soit (s') une intégrale de (θ) ; les formules de la transformation indiquées pour (s) ne s'appliquent pas à (s') ; on peut toutefois, en général, faire correspondre à (s') une hypersurface S' « osculatrice » aux Σ correspondant aux éléments de (s'). Il peut se faire que les hypersurfaces (S') transformées de toutes les intégrales de (θ) satisfassent à une équation du deuxième ordre (Θ). Cette dernière équation admet deux familles de caractéristiques à une dimension ; celles d'une famille au moins sont du premier ordre. A toute solution de Θ correspondent, en général, des intégrales de (θ) solutions de deux équations du premier ordre en involution.

3. On constate que l'équation Θ existe lorsque la fonction F dépend des x, z, p par l'intermédiaire de cinq fonctions qui forment une famille.

Une solution évidente est celle où les cinq fonctions f représentent les invariants communs à deux transformations infinitésimales de contact permutables. En dehors de ce cas il existe deux solutions d'espèce différente :

1° Les fonctions f forment un groupe et par une transformation de contact quelconque on peut se ramener au cas où elles sont z, x_1, x_2, p_1, p_2 ;

2° Les fonctions f, par une transformation de contact, peuvent être amenées à être z, x_1, x_{-1}, x_3 et une fonction convenablement choisie des x, z, p, par exemple : $\frac{p_1}{p_2 + z}$. On obtient alors une des généralisations possibles du problème de Bäcklund.

Les considérations précédentes s'appliquent quel que soit n, mais pour $n = 2$ elles ne donnent aucun résultat nouveau ; elles suggèrent quelques problèmes sur les systèmes de Pfaff.

RELATIVITÉ. — *Une explication nouvelle du résultat négatif de l'expérience de Michelson et Morley.* Note de M. **Corps**, présentée par M. Ch. Lallemand.

L'expérience de Michelson et Morley, celles de Miller, et les récentes expériences de Piccard et Stahel et de Kennedy ont donné des résultats peu concordants et difficiles à dégager d'écarts d'observation souvent plus grands que l'effet principal constaté. Incidemment, on remarque dans les expériences de Miller, que cet effet est dû en partie à une cause qui n'est certainement pas d'origine cosmique, mais qui pourrait être une action du champ magnétique terrestre sur la vitesse de la lumière.

On peut cependant conclure de ces expériences que si le mouvement total de la Terre donne un effet réel, cet effet est très inférieur à celui qu'on pourrait attendre d'après les théories classiques.

Laissant de côté le principe de la Relativité qui n'est qu'une idée métaphysique, le résultat négatif ou quasi négatif de ces expériences a été expliqué par des causes physiques, soit par la contraction dite de Lorentz, soit par un entraînement presque total de l'éther à la surface de la Terre. Certains physiciens considéraient cet entraînement comme dû à une sorte de frottement exercé par les particules de l'atmosphère terrestre sur celles de l'éther. Mais, dès 1845, Stokes avait admis une condensation très forte de l'éther à la surface du globe, qu'il attribuait à une action de gravitation, et d'où résultait une immobilité presque complète de l'éther relativement à la Terre.

Il semble qu'on peut faire une autre hypothèse, qui, à certains égards, paraît se rapprocher de celle de Stokes, mais au fond en est très différente. Ce n'est sans doute qu'une image, comme toutes les hypothèses, mais elle représente bien les faits connus, et permet d'en prévoir une autre, qui est à vérifier.

La condensation de l'éther aurait lieu, non pas autour et à l'extérieur du globe terrestre, mais à l'intérieur ou au contact immédiat de chaque atome matériel, elle ne serait pas l'effet, mais la cause de la gravitation.

L'éther se comporterait comme une substance d'une structure continue, quoique parfaitement perméable à la matière, susceptible de s'étirer dans un sens, en se contractant dans un autre (ce qui est le cas d'une bande de caoutchouc) n'admettant aucune solution de continuité.

Supposons un corps matériel sphérique, tel qu'une planète, créé subitement dans un éther immobile et homogène. Il va condenser à son intérieur un volume d'éther supérieur au sien, et par suite, en dehors du corps, et jusqu'à l'infini, les couches sphériques vont se rapprocher du centre, se contractant en diamètre et augmentant d'épaisseur.

En raison de la symétrie, les tensions ou pressions développées dans l'éther se font équilibre. Mais si deux masses se trouvent en présence, la résultante de ces tensions tend à les rapprocher. C'est la force de gravitation. Mais nous n'étudierons pas ici ce côté de la question.

Supposons maintenant que la planète se déplace dans l'éther. L'afflux d'éther se produit à chaque instant vers un centre variable. On voit facilement que les couches planes normales à la trajectoire s'infléchissent vers la planète à son approche, la suivant dans son mouvement quand elles sont atteintes, mais avec une vitesse moindre que celle de la planète, puis reviennent à leur position normale quand elles ont été dépassées.

De là résulte une perturbation du mouvement relatif de l'éther et de la planète. La grandeur de l'effet dépend de la variation de densité de l'éther dans les couches extérieures au globe solide, dont nous ne pouvons pas connaître la loi *a priori*. Entre les cas extrêmes, densité constante ou épaisseur constante d'une couche dont le diamètre se contracte, admettons le cas moyen où la densité et l'épaisseur varient simultanément, et chacune en raison inverse du rayon, ce qui satisfait à la condition de conservation de la quantité totale.

Le calcul nous montre que, dans ce cas, la composante horizontale du vent d'éther, maxima aux points pour lesquels l'apex est à l'horizon, est égale à la vitesse totale de la Terre, réduite dans un rapport $\frac{1}{K}$ qui d'après le résultat des expériences doit être au plus égal à $\frac{1}{3}$, mais que, par contre, la composante verticale, maxima aux points pour lesquels l'apex est au zénith ou au nadir, est égale à la vitesse de la Terre, multipliée par le même rapport K au moins égal à 3.

Le maximum de la composante verticale serait 9 fois au moins plus grand que celui de la composante horizontale, et comme le déplacement des franges d'interférence est proportionnel au carré du vent d'éther, on peut espérer des résultats 80 fois plus grands que ceux que Miller dit avoir obtenus.

La vérification de cette hypothèse est donc relativement facile. Les détails de l'expérience sont à étudier, mais il semble qu'il serait avantageux

d'employer un appareil fixe avec un bras vertical et un bras horizontal, le déplacement résultant de la rotation de la Terre. Le déplacement des franges serait enregistré par photographie.

MAGNÉTISME. — *Bruissement dans l'aimantation du fer.* Note [1] de M. **W. Arkadiew**, transmise par M. P. Weiss.

M. Barkhausen a découvert, en 1919, que quelques échantillons de fer présentent une marche discontinue de l'aimantation, qui se révèle par des bruissements dans le téléphone, relié à la bobine qui entoure l'échantillon à étudier. Étant donné que l'aimantation est accompagnée de déformations du corps (magnétostriction), on peut s'attendre à des déformations discontinues à l'aimantation et ces déformations peuvent être accompagnées de phénomènes acoustiques, perçus directement par l'oreille. J'ai réussi à découvrir ce phénomène acoustique direct d'une manière très simple.

a. Un morçeau de fil de fer de $0^{mm},5$ de diamètre et de 40^{mm} de longueur est soudé à un diaphragme de cuivre fixé dans un verre. On applique ce dernier à l'oreille; auprès oscille, suspendu à un fil tordu, l'aimant en fer à cheval. A chaque nouvelle aimantation, dans le champ tournant de l'aimant, on entend dans le verre un bruissement caractéristique [2] parfaitement identique au bruissement de Barkhausen dans le téléphone, observé par l'ancien moyen décrit plus haut.

b. Ce bruit s'obtient aussi avec une mince plaque de fer de $25\text{-}50^{\mu}$ d'épaisseur [3] fixée dans le verre ou dans une éprouvette; il s'obtient également avec une plaque épaisse à condition qu'on en aproche les pôles d'un aimant permanent; il est encore plus simple d'opérer en faisant tourner un aimant vers le diaphragne d'un téléphone simple indépendant de tout fil.

c. Il est possible que ce bruissement se manifeste aussi dans la transmission téléphonique, en altérant les sons transmis. En tout cas, ce bruissement s'observe au changement continu du courant dans le téléphone. L'intensité maximum du courant doit être de 0,3 ampère à 8 milliampères, suivant la résistance du téléphone, 2100 et 5 ohms.

---

(1) Séance du 9 mai 1927.

(2) Ce bruissement est devenu plus intense quelqués semaines après le montage de l'appareil.

(3) La plaque doit être d'une propreté parfaite car une mince couche de cire étouffe le bruissement. Elle ne doit pas être courbée très fort ou enroulée.

d. Ces phénomènes acoustiques accompagnant l'aimantation sont particulièrement forts si l'on agit sur une substance possédant l'effet de Barkhausen extrêmement marqué qu'a découvert M. Forrer pour le nickel. Le fil de nickel de $0^{mm},2$ de diamètre, préparé selon la méthode de M. Forrer (1), est fixé par un bout au fond du verre, l'autre bout est soudé pendant qu'il est tendu par l'ouverture au centre du diaphragme fixé à l'intérieur du verre. Dans le champ magnétique tournant, le fil de nickel produit deux craquements sonores par période de rotation de l'aimant.

e. Si le fil n'est pas tendu, les chocs sont plus forts, car l'aimantation des fils dans le champ magnétique provoque un déplacement transversal (tressaillement) accompagné d'un plus fort dégagement d'énergie que lorsque le fil est fortement tendu et ne peut que se dilater et se comprimer.

f. Un changement si brusque des forces pondéromotrices dans le champ magnétique des corps possédant l'effet de Forrer peut être démontré de la manière suivante. Un tube capillaire renfermant un fil de nickel de $0^{mm},47$ (2) est fixé à un petit ressort dans une position horizontale; au-dessous, un peu plus bas, est fixé un autre capillaire renfermant un fil de fer ou de nickel recuit. L'aimant en fer à cheval qui tourne au-dessus aimante les deux fils et les attire successivement. En même temps que le capillaire situé plus bas accomplit une oscillation régulière avec la période du champ alternatif, le capillaire supérieur reçoit des chocs à chaque aimantation et ensuite oscille vivement avec sa courte période propre. Ces secousses provoquent les chocs sonores décrits dans l'expérience *d*.

MAGNÉTISME. — *Sur la perméabilité du fer aux fréquences élevées.* Note (3) de M. C. **Gutton** et Mme I. **Mihul**, présentée par M. A. Cotton.

L'aimantation du fer aux hautes fréquences a fait l'objet de nombreuses expériences de M. Arkadiew et de ses élèves (4). Ils obtiennent des perméabilités qui varient dans de très larges limites et très irrégulièrement

(1) R. Forrer, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1253, 1394.

(2) Dans le fil de $0^{mm},47$ l'effet de Forrer se montre parfois sans aucune préparation spéciale.

(3) Séance du 16 mai 1927.

(4) Arkadiew, *Ann. der Physik*, 58, 1919, p. 105. — Kartschagin, *Ann. der Physik*, 67, 1922, p. 325. — Nikitin, *Zeitschr. für Physik*, 29, 1924, p. 288. — Wwedensky et Theodortschik, *Ann. der Physik*, 68, 1922, p. 463.

lorsqu'on change la fréquence. M. Laville [1], au contraire, trouve au cours de recherches très soignées sur la propagation des ondes le long des fils et pour six longueurs d'ondes comprises entre 3 et $87^{m},5$ une valeur presque constante. Il indique d'autre part les difficultés que l'on rencontre dans l'étude de l'amortissement lors de la propagation des ondes progressives et les erreurs considérables qui s'introduisent lorsqu'on n'en tient pas compte.

Nous avons repris ces recherches par une méthode qui ne fait pas intervenir la propagation le long d'un fil de fer et dans un domaine de longueurs d'ondes 8 à 25^{m}.

Un résonateur Blondlot, dont les oscillations satisfont à la formule de Lord Kelvin, est constitué par un condensateur et par un rectangle en fil de cuivre dont on peut remplacer une partie par un fil de fer. La self-induction L du résonateur en cuivre est calculée comme l'a indiqué M. Blondlot [2], lors de ses déterminations de la vitesse de propagation. La self-induction L', lorsqu'une partie de fil est remplacée par un fil de fer de même diamètre, se déduit de la variation correspondante de la longueur d'onde. Cette variation est peu considérable. La longueur d'onde de l'un des résonateurs était par exemple $10^{m},84$ et devient $10^{m},87$ lorsqu'on remplace 7^{cm} de fil de cuivre de $1^{mm},24$ de diamètre par une égale longueur de fil de fer de même diamètre. La grandeur de l'amortissement est, au contraire, beaucoup augmentée. Cet amortissement est mesuré de la manière suivante : Un oscillateur à lampe, dont on peut faire varier d'une façon continue la longueur d'onde, est couplé, en couplage lâche, avec le résonateur. La différence de potentiel efficace entre les armatures de son condensateur est mesurée avec un électromètre idiostatique [3] relié par des fils courts à ces armatures. L'oscillateur est couplé, d'autre part, à une ligne de deux fils de cuivre réunis à leur origine par une soudure thermo-électrique, sur laquelle on déplace un pont formé par une large lame de cuivre traversée par les fils. Cette ligne permet de déterminer la longueur d'onde de l'oscillateur.

Ayant accordé l'oscillateur sur le résonateur, on mesure la différence de potentiel et la longueur d'onde. On change ensuite la fréquence de l'oscillateur de part et d'autre de la résonance jusqu'à réduire à moitié la différence de potentiel entre les armatures du résonateur et l'on mesure les longueurs d'onde correspondantes λ_1 et λ_2.

---

(1) Laville, *Ann. de Physique*, 10e série, 2, 1924, p. 328.
(2) Blondlot, *Journal de Physique*, 4, 1895, p. 135.
(3) Gutton et Laville, *Ann. des P. T. T.*, 14, 1925, p. 209.

Si R est la résistance du résonateur, L son coefficient de self-induction, la relation suivante, qui se déduit facilement de l'équation des oscillations, donne pour l'amortissement la valeur

$$\alpha = \frac{R}{2L} = \sqrt{3}.10^{10}\pi\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_0^2}.$$

On mesure d'abord α pour le résonateur en fil de cuivre, L étant connu par le calcul, on en déduit R.

On remplace 7^{cm} de fil de cuivre par un fil de fer, on mesure la nouvelle longueur d'onde de résonance, la formule de Lord Kelvin donne la valeur de la self-induction L'. On détermine ensuite α' et par suite R'.

La différence R' — R est la différence des résistances en haute fréquence de 7^{cm} de fil de fer et de fil de cuivre. La mesure des résistivités du fer et du cuivre et l'application de la formule de Stefan [1]

$$R = R_0\left[a\pi\sqrt{\mu c n} + \frac{1}{4}\right],$$

relative à la résistance de fils cylindriques en haute fréquence, donnent la perméabilité μ du fer. Dans cette formule R_0 est la résistance en courant continu, a le rayon du fil, c la conductivité et n la fréquence.

De la différence de potentiel entre les armatures du condensateur, on déduit l'intensité maximum du courant et le champ magnétique à la surface du fil, champ toujours inférieur à 0,5 gauss.

Les expériences ont porté sur deux morceaux de corde de piano de 7^{cm} de longueur, de $0^{mm},85$ et $1^{mm},24$ de diamètre, de résistivités respectivement égales à 23300 et 22900 unités électromagnétiques. Voici les résultats :

Fil de $0^{mm},85$.		Fil de $1^{mm},24$.	
λ mètres.	$\sqrt{\mu}$.	λ mètres.	$\sqrt{\mu}$.
25,02	8,5	24,80	6,9
20,31	8,6	20,13	6,9
17,19	8,5	17,07	7,1
15,13	8,6	15,03	6,9
13,47	8,4	13,34	6,8
12,15	8,3	12,08	6,7
10,90	8,5	10,87	7,0
9,95	8,1	9,91	7,0
8,96	8,3	8,90	6,9
8,30	8,0	8,05	6,9
7,79	8,2		

(1) Bouasse, *Ondes hertziennes*, 1925, p. 120.

Les écarts entre les différentes perméabilités qui correspondent à chacun des fils sont de l'ordre des erreurs expérimentales. Nos expériences, comme celles de M. Laville, ne permettent donc pas de conclure à l'existence de variations de la perméabilité du fer analogues aux variations de la constante diélectrique au voisinage des bandes d'absorption.

OPTIQUE. — *Spectres d'absorption et pléochroïsme de l'iode et de l'hérapathite.* Note [1] de M. **P. Bovis**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai pu obtenir, entre deux plaques de verre ou de quartz, des lamelles d'iode solide dont l'épaisseur, très uniforme, est de l'ordre du micron. Au bout de quelques jours, apparaissent, sur ces lames, des solutions de continuité grâce auxquelles on peut mesurer l'épaisseur par les couleurs d'interférence en lumière réfléchie.

Il a donc été possible d'entreprendre, sur ces lames d'épaisseur très faible et connue, une étude quantitative d'absorption en lumière naturelle et en lumière polarisée. Dans ce dernier cas j'ai mesuré, pour chaque longueur d'onde, la densité optique de l'iode pour le faisceau polarisé le plus absorbé et la densité pour le faisceau le moins absorbé. Les résultats des mesures sont ramenés, par le calcul, à une épaisseur d'iode de 1^{μ}.

Avec le même dispositif expérimental, j'ai essayé de retrouver les propriétés absorbantes de l'iode sur l'hérapathite, substance obtenue en faisant cristalliser une solution acétique de bisulfate de quinine additionnée de teinture d'iode. Je disposais d'une lamelle d'hérapathite préparée par de la Baume Pluvinel ainsi que de quelques échantillons obtenus par Zimmern et Coutin suivant une technique nouvelle [2]. L'épaisseur de ces diverses lames était inconnue. Les résultats des mesures figurent dans le tableau suivant qui donne, pour chaque corps et pour les diverses longueurs d'onde, les densités optiques relatives à chacun des faisceaux polarisés.

---

(1) Séance du 9 mai 1927.

(2) Zimmern et Coutin, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1214.

Longueurs d'onde.	Lame d'iode d'épaisseur 1μ.		Hérapathite de la Baume.		Hérapathite Zimmern-Coutin.	
μ 0,700.....	»	»	0,62	0,13	0,56	
0,680.....	0,43	0,33	0,81	0,13	0,60	0,38
0,660.....	0,46	0,34	1,14	0,135	0,64	0,38
0,640.....	0,55	0,37	1,66	0,135	0,72	0,38
0,620.....	0,80	0,41	2,18	0,14	0,81	0,39
0,600.....	1,28	0,49	2,43	0,15	0,93	0,395
0,580.....	1,94	0,64	»	0,155	1,08	0,405
0,560.....	2,72	0,93	»	0,155	1,25	0,415
0,540.....	3,56	1,35	»	0,16	1,44	0,43
0,520.....	»	1,84	»	0,17	1,63	0,44
0,500.....	»	2,37	»	0,20	1,83	0,46
0,480.....	»	»	»	0,23	2,02	»

Les densités en lumière naturelle sont les suivantes :

μ 0,700.....		0,33	0,37
0,680.....	0,37	0,38	0,40
0,660.....	0,39	0,41	0,43
0,640.....	0,45	0,43	0,46
0,620.....	0,55	0,44	0,49
0,600.....	0,70	0,45	0,53
0,580.....	0,90	0,45	0,57
0,560.....	1,20	0,45	0,61
0,540.....	1,63	0,46	0,65
0,520.....	2,10	0,47	0,69
0,500.....	2,67	0,50	0,73
0,480.....	»	0,53	»

En lumière naturelle, les trois lames ont à peu près la même opacité pour $0^{\mu},650$. L'hérapathite de la Baume présente le pléochroïsme le plus accentué. Le sel de quinine y modifie profondément le spectre d'absorption de l'iode pur. Cette hérapathite est un absorbant pratiquement neutre sur le large intervalle $0^{\mu},540$-$0^{\mu},640$. L'iode a une teinte plus rouge. L'échantillon Zimmern-Coutin paraît être un mélange d'hérapathite et d'iode.

J'ai complété les observations sur l'iode solide en procédant, jusque dans l'ultraviolet, à des mesures d'absorption en lumière naturelle par photométrie photographique. Le tableau suivant donne la densité optique Δ d'une certaine lame d'iode solide d'épaisseur 1 micron :

Longueurs d'onde.	Δ.	Longueurs d'onde.	Δ.
$\overset{\mu}{0}$,680......	0,35	$\overset{\mu}{0}$,2898.....	5,75
0,540......	1,70	0,2805.....	5,85
0,436......	3,70	0,2576.....	6,14
0,390......	4,4	0,2480.....	5,63
0,375......	4,6	0,2400.....	4,54
0,361......	4,8	0,2352.....	3,94
0,3025.....	5,6	0,2302.....	3,72

On voit donc que l'iode solide possède une large bande d'absorption avec maximum de densité vers $0^{\mu},255$.

L'application des théories électroniques aux résultats expérimentaux précédents permet de déduire que, sur 7 molécules d'iode solide, il y a un électron absorbant l'ultraviolet.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur le pouvoir rotatoire de l'ion tartrique.* Note de M. **E. Darmois**, présentée par M. A. Cotton.

Plusieurs travaux récents ont rappelé l'attention sur les singularités présentées par le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique [variabilité de (α) avec la concentration et la température dans l'eau et les solutions de sels neutres]. La tendance actuelle est d'expliquer ces variations par l'apparition de plusieurs formes actives, en équilibre mobile avec la concentration et la température. Ces formes seraient au nombre de 2 (de Mallemann) ou 3 (Lucas); l'une serait identique à l'acide cristallisé (Longchambon); l'autre coïnciderait peut-être avec l'ion tartrique (Vlès et Vellinger, Bruhat et Pauthenier). On semble admettre en tout cas que les singularités disparaissent quand l'acide est neutralisé, l'ion tartrique $T^{--}(C^4H^4O^{6--})$ ayant alors un (α) peu variable. C'est bien le cas dans l'eau. Nous allons montrer que ce n'est pas le cas dans les solutions de sels neutres.

I. On peut envisager une solution de $CaCl^2$ à concentration constante (2 M par exemple) comme un solvant où l'on dissout des quantités croissantes de tartrate neutre de sodium (TNa^2). A 20^{cm^3} $CaCl^2$ 5 M, on ajoute quelques centimètres cubes (1 à 5) d'une solution de T Na^2 (environ 0,5 M); un précipité blanc se forme que l'agitation redissout; on étend à 50^{cm^3}; le tartrate est ainsi dissous dans $CaCl^2.2M$ [1]. On mesure les rotations (sous

[1] Les solutions ainsi obtenues peuvent être fortement sursaturées par rapport au tartrate neutre de calcium qui se dépose ensuite lentement.

5^{dm}) pour les raies du mercure et l'on calcule le pouvoir rotatoire spécifique, en supposant que l'acide tartrique est présent sous la forme d'ion bivalent T^{--}. Ce pouvoir rotatoire est à peu près constant dans un chlorure à concentration donnée, mais il varie considérablement avec le titre de $CaCl^2$. Ci-dessous quelques nombres pour la raie jaune du mercure, température 18° :

Concentration $CaCl^2$.	0.	0,53.	1,41.	2,82.	4,2 M.
$[\alpha]_J^{T--}$	43,3	32,9	16,2	+1,0	−4,55

Pour $CaCl^2$, l'effet observé est un abaissement de $[\alpha]$. Cet effet négatif se retrouve avec une intensité presque égale pour $BaCl^2$ et $SrCl^2$. $(NO^3)^2Ca$ donne un effet de même sens, mais moins fort à concentration moléculaire égale : $[\alpha] = +13°$ pour le nitrate 3,5 M. L'effet négatif existe aussi pour NaCl : $[\alpha] = 37°$ pour NaCl 4,4 M — pour LiCl ($[\alpha] = -4,7$ pour 7,8 M) — pour $MgCl^2$ (+30,9 pour 3,2 M). Dans ces trois cas, on n'observe aucune précipitation. La forme des courbes qui représentent $[\alpha]$ en fonction de la concentration du sel est très différente pour $CaCl^2$ et LiCl; concave vers le haut pour le premier, la courbe est convexe pour le deuxième. L'effet négatif est particulièrement intense pour les sels des terres rares où l'on obtient des $[\alpha]$ négatifs pour de faibles concentrations de sels. Ci-dessous quelques nombres pour $(NO^3)^3La$:

Concentration $(NO^3)^3La$.	0.	0,3	0,5.	1,0.	1,5.
$[\alpha]_J^{T--}$	+43,3	−47,1	−47,1	−33,5	−22,8

On ne peut observer les solutions contenant moins de 0,3 M de nitrate par litre à cause de la précipitation du tartrate. Mais tout reste dissous si l'on ajoute en même temps $CaCl^2$. Les nombres suivants se rapportent à des solutions contenant dans 50^{cm^3} une quantité fixe de $CaCl^2$ (solution 2,06 M) et une quantité variable de $LaCl^3$:

Concentration $LaCl^3$.	0.	0,026.	0,092.	0,185.	0,277.	0,415	0,554.
$[\alpha]_J^{T--}$	+7,8	+4,0	−6,9	−25,0	−37,5	−47,5	−45,0

On voit que, pour une addition d'un sel de La, (α) passe un minimum; on vérifie d'ailleurs que l'effet de $LaCl^3$ est différent de celui de $(NO^3)^3La$ à concentration moléculaire égale. Les sels céreux donnent des résultats analogues aux sels de lanthane.

II. D'autres sels donnent au contraire un effet positif, augmentation de (α). C'est le cas de KCl et NH^4Cl. Ci-après quelques valeurs pour KCl :

Conc. K Cl.	0.	0,77.	1,54.	3,08.
$(\alpha)_J^{T--}$	+43,3	46,7	49,0	48,8

$MnCl^2$, SO^4Mn, $FeCl^2$ donnent des effets de même ordre. Au contraire SO^4Fe donne des rotations positives considérables : $(\alpha) = +104°$ pour 0,72 M. $ZnCl^2$ donne un effet positif faible, suivi d'une mutarotation qui ramène (α) vers les valeurs obtenues dans l'eau pure. $AlCl^3$ donne un effet positif instantané suivi d'une mutarotation considérable qui fait passer la rotation à gauche.

Exemple. — On dissout dans $AlCl^3$ 0,6 M. environ $\frac{4,8}{1000}$ TNa^2; mesures de α_J^{5dm} aux temps T.

T_{min}.	0 (extrap.).	2.	4 1/4.	6 1/4.	8 1/2.	12 1/2.	19.	26.	33,	75.
α_J^{5dm}...	+1,65	−0,04	−0,77	−1,18	−1,50	−1,87	−2,14	−2,27	−2,35	−2,37

La rotation de TNa^2 pur est dans les mêmes conditions +1,54; en attribuant toujours la rotation à l'ion T^{--}, la valeur négative maximum donne $(\alpha)_J = -66,6$.

Pour les métaux tétravalents, $(NO^3)^4Th$ donne un effet positif énorme : $(\alpha)_J^{T--} = +165°$ pour le nitrate 0,2 M.

Bien qu'on doive admettre que les sels de cuivre donnent des complexes avec l'acide tartrique, nous avons essayé $CuCl^2$. Pour des quantités extrêmement faibles de celui-ci, on trouve des rotations droites considérables correspondant pour l'ion T^{--} à des valeurs de l'ordre de $(\alpha)_J = +320°$.

Les exemples précédents suffisent pour montrer que, dans les solutions de sels neutres, le tartrate de sodium éprouve des modifications variées de pouvoir rotatoire : la grandeur, le signe de (α) sont changés. La dispersion rotatoire éprouve aussi des variations compliquées. Si l'on suppose que ces modifications sont de nature physique (charge des ions, pouvoir inducteur spécifique de la solution), il apparaît dès maintenant comme très improbable qu'une seule explication convienne à tous les cas.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Calcul du pouvoir rotatoire d'un système de molécules ou d'atomes anisotropes. Application au quartz.* Note [1] de M. R. DE MALLEMANN, présentée par M. A. Cotton.

Dans une série de publications antérieures, nous avons développé une théorie simple du pouvoir rotatoire, et montré par une application numé-

[1] Séance du 16 mai 1927.

rique, que l'ordre de grandeur prévu était conforme à l'expérience. Le cas du tétraèdre irrégulier, constitué par 4 atomes *isotropes*, s'étend immédiatement à une molécule formée d'un nombre *quelconque* d'atomes, mais il correspond seulement aux molécules renfermant au moins un atome *asymétrique*, au sens des chimistes. On sait qu'il existe de nombreux corps actifs ne rentrant pas dans cette classe particulière. Pour fixer les idées, je prendrai comme exemple les complexes genres Werner : $\left\{ \overset{6}{M} \begin{matrix} /\!\!/ R \\ = R \\ \backslash\!\!\backslash R \end{matrix} \right\} X$, dont les deux formes enantiomorphes sont schématisées par les deux systèmes d'arêtes d'un octaèdre régulier. Il est clair qu'en assimilant au point de vue optique, chacun des 3 atomes ou radicaux bivalents *identiques* R à une sphère, dont le centre occuperait le milieu de l'arête, l'asymétrie disparait; elle existe dans le schéma habituel, parce que les groupes R sont figurés par des *traits*. Il parait plus rationnel de remplacer ces traits par des *ellipsoïdes*, dont les axes seraient identiquement orientés par rapport aux arêtes fictives de l'octaèdre; ces ellipsoïdes figureraient les ellipsoïdes de polarisation (élasticité optique) de chacun des atomes, (ou groupes assimilés), supposés *anisotropes*. On voit de suite que l'activité du complexe est liée essentiellement à l'*anisotropie optique* de ses éléments. D'autre part la symétrie de l'assemblage est celle du *quartz*.

Il est aisé d'établir l'expression générale du pouvoir rotatoire ([1]), mais nous limiterons ici à deux modèles satisfaisant à la condition suivante : les éléments symétriques (molécules, radicaux, atomes), sont orientés de manière que deux de leurs plans principaux respectifs soient *parallèles*.

1° Molécule (ou groupe) *binaire*; ligne de jonction OZ *normale* aux plans principaux parallèles; milieu *isotrope* à molécules simples indépendantes ([2]) :

$$(1) \qquad [\rho]_M = \frac{2\pi\nu}{3\lambda^2}\,\frac{\varphi^2(n)}{r^2}\,B_1 B'_1 \sin 2\alpha.$$

$B_1 B'_1$ biréfringences *réduites* (direction OZ) des deux éléments, r distance de leurs centres, α angle des directions principales homologues non parallèles, ν nombre d'Avogadro, $\varphi(n)$ facteur du champ moléculaire.

2° Cristal type quartz; (les *centres* des molécules sont supposés aux nœuds du

---

([1]) La méthode, développée antérieurement, est exposée ailleurs (Conférences faites à Bruxelles, janvier 1927, en cours de publication).

([2]) *Bull. Soc. Fr. Physique*, n° 242, 1927, p. 30 S.

réseau sénaire) :

$$(2)\quad \rho = \frac{2\pi\nu}{\lambda^2}\frac{d}{M}\varphi^2(n)\sqrt{3}\,B^2\left\{\frac{1}{c^2}\sum_{q=1}^{\infty}\left\{\frac{1}{(3q-2)^2}-\frac{1}{(3q-1)^2}\right\}\right.$$

$$+3c\left[\sum_{p=1}^{\infty}\sum_{q=1}^{\infty}\frac{p(3q-2)}{\{p^2a^2+(3q-2)^2c^2\}^{\frac{5}{2}}}\{2(3q-2)^2c^2-p^2a^2\}\right.$$

$$\left.\left.-\sum_{p=1}^{\infty}\sum_{q=1}^{\infty}\frac{p(3q-1)}{\{p^2a^2+(3q-1)\,c^2\}^{\frac{5}{2}}}\{2(3q-1)\,c^2-p^2a^2\}\right]\right\}.$$

Les termes des séries alternées décroissent assez rapidement; quand, en outre, a est nettement supérieur à c, le premier terme de la première somme est plus grand que tous les autres. C'est le cas du *quartz*, pour lequel : $a = 4,9.10^{-8}$; $c = 1,8.10^{-8}$. La biréfringence B est celle de la molécule simple (SiO^2) observée *dans le sens de l'axe*; son effet disparaît dans le cristal, mais sa valeur pourrait être déterminée par l'étude de la biréfringence *électrique* du quartz cristallisé ou amorphe.

Pour un calcul *d'ordre de grandeur*, il suffit de limiter l'expression à son premier terme; en prenant une anisotropie *relative* de $\frac{3}{10}$, valeur arbitraire mais acceptable (d'après les données générales sur les Constantes de Kerr) *le pouvoir rotatoire calculé est à peu près égal à sa valeur expérimentale* [1]. La proportionnalité de la rotation au carré de la biréfringence semble d'accord avec les faits; par exemple, l'énorme ρ du cinabre résulterait ici de la biréfringence exceptionnelle de HgS, due à la grande réfractivité de l'atome de mercure.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les groupements d'atomes d'éléments radioactifs dans le mercure*. Note [2] de Mlle **C. Chamié**, présentée par M. Jean Perrin.

Les expériences, dont il est question ici, consistent à introduire un élément radioactif en quantité impondérable dans quelques grammes de mercure distillé au préalable. Le mercure est ensuite versé sur une plaque photographique après filtration sur un entonnoir à sortie fine. Après un temps de pose suffisant, on enlève le mercure et l'on examine la plaque photographique au microscope, après un développement soigné.

---

(1) Même conclusion pour le fluide (1); ρ dépendrait directement de la Constantes de Kerr ou plus généralement du *rapport de diffusion*.

(2) Séance du 16 mai 1927.

Procédés d'activation du mercure. — 1° Le mercure était exposé à l'émanation du radium, du thorium et de l'actinium et le dépôt actif s'accumulait à sa surface; 2° Le mercure était introduit dans un entonnoir à tube étiré et fermé. On déposait, sur la surface du mercure, une goutte de solution faiblement acide de polonium qui était retenue par une pointe de verre afin de ne pas toucher la paroi de l'entonnoir. Dix minutes plus tard, on enlevait la goutte qui n'avait conservé que 1 pour 100 de l'activité absorbée par le mercure; on laissait alors le mercure se déverser par le bas de l'entonnoir par petites gouttes. La solution active produisait sur la surface du mercure une légère oxydation, mais l'oxyde était retenu avec un peu de mercure dans l'entonnoir; 3° des solutions acides de polonium et de radiothorium étaient évaporées à sec dans des capsules de quartz et l'on y versait du mercure qui enlevait presque totalement l'activité; 4° une lame d'argent activée, soit par le dépôt actif, soit par le polonium, était dissoute dans le mercure à chaud.

Après introduction du corps actif dans le mercure, celui-ci était, dans tous les cas, chauffé et bien mélangé. En mesurant l'activité de petites gouttes de mercure, on pouvait vérifier que le corps actif était réparti uniformément dans toute la masse.

Aspect des photographies. — Cet aspect est à peu près le même, quel que soit le radioélément employé et ne dépend pas du procédé d'activation. On voit au microscope, sur un fond clair, des taches discontinues, qui se présentent comme des étoiles dont les rayons sont les trajectoires des particules α émises d'un centre. Ces étoiles sont plus ou moins compactes avec toutes les transitions entre celles formées seulement par quelques rayons α et celles qui contiennent tant de rayons qu'elles forment des taches circulaires. L'interposition d'une feuille mince de célophane entre le mercure et la plaque n'altère pas l'aspect général. Des photographies semblables s'obtiennent [1] lorsqu'on dépose une trace de corps radioactif directement sur la plaque photographique; cependant, rien n'obligeait à prévoir, qu'un corps actif, contenu dans le mercure, s'y trouverait à l'état d'agrégat d'atomes, au lieu de donner une impression photographique continue.

Grandeur et forme des images photographiques. — Pour un radioélément donné, le diamètre des circonférences circonscrites aux étoiles, ne dépend, ni du temps de pose, ni de la teneur du mercure en radioélément. Ces deux facteurs ayant pour seul effet d'augmenter le nombre des étoiles. Les dimensions de celles-ci changent seulement avec l'élément employé et l'on trouve que le rayon des étoiles est égal au parcours dans la gélatine des particules α du radioélément donné. Pour deux corps, dont l'un se produit

---

[1] E. Mühlestein, *Archives des Sciences*, 4, 1922, p. 38 63. Cet article contient une bibliographie complète des travaux précédents.

à la suite de l'autre, on voit deux circonférences concentriques limitant deux groupes de rayons issus du même centre, le rapport des rayons des circonférences étant égal à celui des parcours (exemple : Th C et Th C', *fig.* 1).

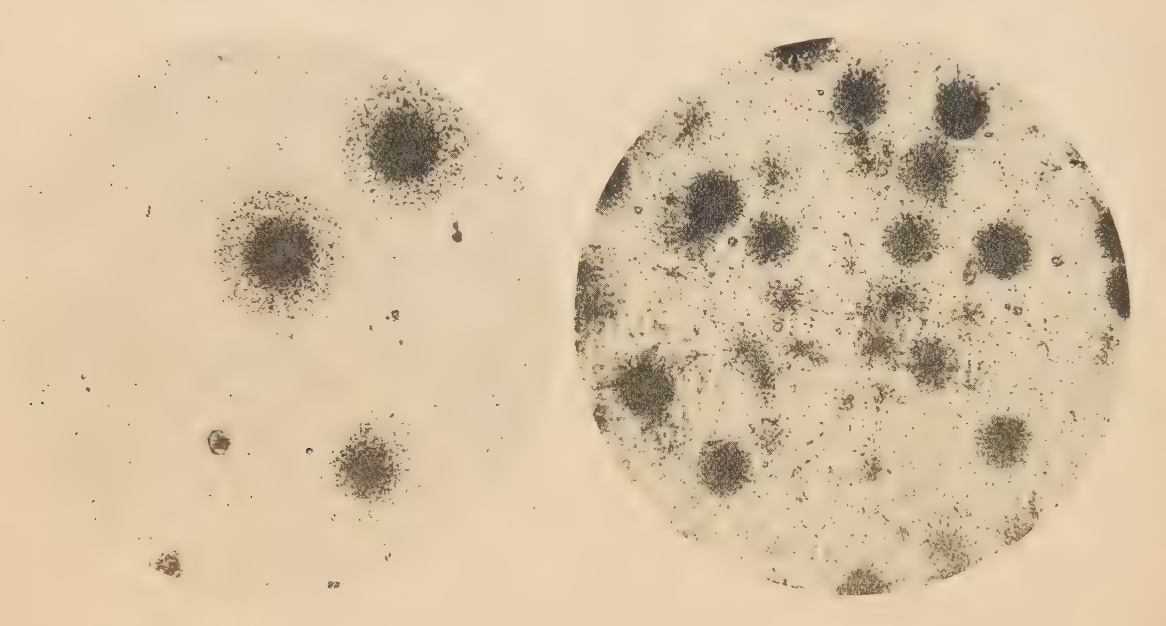


Fig. 1. — Microphotographie de la répartition du dépôt actif du thorium dans le mercure. Les rayons des étoiles correspondent à 34 microns pour le Th C et à 61,5 microns pour le Th C'.

Fig. 2. — Microphotographie de la répartition du polonium dans le mercure. Les rayons des étoiles correspondent à 27 microns.

La forme des étoiles est toujours circulaire et bien dessinée. On observe souvent des étoiles se grouper par deux ou plusieurs, mais ces assemblages peuvent, en général, être séparés en groupes distincts.

Conclusions. — Dans le mercure, les corps radioactifs envisagés ne semblent pas se dissocier en atomes individuels, mais sont répartis en petits groupements d'atomes qui se manifestent par l'effet photographique des particules α qu'ils émettent. Le diamètre de chaque groupement ne doit guère être supérieur à un micron, puisqu'il détermine le centre d'une étoile dont le diamètre ne dépasse pas le double du parcours dans la gélatine des rayons α de l'élément donné.

On obtient des résultats analogues avec une solution aqueuse de polonium contenant des agrégats colloïdaux de cet élément.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le calcul des équilibres ioniques.* Note [1] de M. **P.-Maurice Vèzes**, présentée par M. G. Urbain.

Les relations fondamentales, qui nous ont servi antérieurement [2] à calculer l'équilibre de précipitation du chlorure d'argent, prennent une forme un peu différente quand l'un des corps réagissants contient un ion polyvalent. Nous prendrons comme exemple de ce cas celui de la précipitation de l'oxalate de calcium hydraté $CaC^2O^4.H^2O$, par le chlorure de calcium et l'acide oxalique : $CaCl^2 + H^2C^2O^4 + H^2O \rightleftharpoons 2HCl + CaC^2O^4.H^2O$, dont l'étude expérimentale a été récemment faite par M. Auméras [3].

Mélangeons, à $t = 15^\circ$, des volumes égaux de deux solutions, de même dilution équivalente $v = 50$, de chlorure de calcium et d'acide oxalique. Un litre de ce mélange contiendra donc 0,005 $CaCl^2$ et 0,005 $H^2C^2O^4$. Désignons par a, b, c, d, les concentrations, en ions par litre, que posséderont, au moment de l'équilibre, les ions $Ca^{\cdot\cdot}$, Cl', $H^{\cdot}$, $C^2O^{4''}$; par e, f, g, celles, en molécules par litre, des corps $CaCl^2$, $H^2C^2O^4$, HCl; enfin par x, en molécules par litre, celle du précipité $CaC^2O^4.H^2O$. Entre ces huit variables, nous pouvons encore écrire des relations d'ionisation et des relations de dilution.

En ce qui concerne les premières, il y a lieu de tenir compte ici de l'ionisation progressive des électrolytes à ion polyvalent. Pour le chlorure de calcium, par exemple, on a les deux équilibres

$$CaCl^2 \rightleftharpoons CaCl^{\cdot} + Cl', \qquad CaCl^{\cdot} \rightleftharpoons Ca^{\cdot\cdot} + Cl',$$

auxquels l'application de la loi d'action de masse fournit, en appelant h la concentration des ions $CaCl^{\cdot}$, les équations [4].

$$(1) \qquad bh = k_1 e \qquad \text{et} \qquad ab = k_2 h.$$

De même, si nous désignons par j la concentration des ions $HC^2O^{4'}$,

---

(1) Séance du 16 mai 1927.

(2) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 943.

(3) Auméras, *Thèse*, Montpellier, 4 décembre 1925.

(4) Remarquons que la multiplication, membre à membre, de ces deux équations, fournit la relation $ab^2 = k_1 k_2 e$, qui correspond au dédoublement intégral du sel en ses éléments : $CaCl^2 \rightleftharpoons Ca^{\cdot\cdot} + 2Cl'$.

La constante d'équilibre de ce dédoublement intégral est ainsi le produit de deux constantes d'équilibre du dédoublement progressif : ceci est général.

nous aurons, par suite du dédoublement progressif de l'acide oxalique,

$$H^2C^2O^4 \rightleftarrows HC^2O^{4\prime} + H^{\cdot}, \qquad HC^2O^{4\prime} \rightleftarrows C^2O^{4\prime\prime} + H^{\cdot},$$

les équations

(1) $$cj = k_3 f \quad \text{et} \quad cd = k_4 j.$$

Enfin, désignant par k_5 la constante d'ionisation de l'acide chlorhydrique à la dilution considérée ($v = 100$), et par k_6 le produit de solubilité de l'oxalate de calcium, nous aurons les deux nouvelles équations

(1) $$bc = k_5 g \quad \text{et} \quad ad = k_6.$$

A ces six équations d'ionisation s'adjoignent quatre équations de dilution

(2) $$\begin{cases} a + h + e + x = 0{,}005, \\ b + h + 2e + g = 0{,}01, \\ c + j + 2f + g = 0{,}01, \\ d + j + f + x = 0{,}005. \end{cases}$$

Les dix variables a, b, c, d, e, f, g, h, j, x ont donc, lorsque l'équilibre est atteint, des valeurs déterminées.

Il est aisé de transformer le système (2) en un système plus simple :

$$a - b = d - c + e - f = g - x + e - 0{,}005,$$
$$a - d = b - c + e - f = j - h + f - e.$$

Prenons comme inconnues auxiliaires ces différences $y = a - b$ et $z = a - d$. Nous aurons alors a comme racine positive de l'équation du second degré $a^2 - za - k_6 = 0$; d sera donné par l'équation $d = a - z$, b par l'équation $b = a - y$, h par la relation $ab = k_2 h$, e par la relation $bh = k_1 e$, x par la relation $a + h + e + x = 0{,}005$, g par la relation $b + h + 2e + g = 0{,}01$, c par la relation $bc = k_5 g$, j par la relation $cd = k_4 j$, et enfin f par la relation $cj = k_3 f$.

Comme contrôle, on vérifiera les deux dernières équations de dilution, non employées dans le calcul qui précède ; les sommes $c + j + 2f + g$ et $d + j + f + x$ se trouvant assez distantes de 0,01 et 0,005, on modifiera progressivement les valeurs choisies pour les variables auxiliaires y et z, de manière à faire concorder ces sommes avec 0,01 et 0,005.

Dans l'exemple cité, envisagé à la température de 15°, on connaît les

valeurs des constantes

$k_3 = 0,038$ (1), $k_4 = 0,000049$ (1), $k_5 = 0,30$ (2), $k_6 = 18,5.10^{-10}$ (3).

Mais il nous manque, pour résoudre complètement le problème, les constantes k_1, k_2 de la dissociation progressive du chlorure de calcium, cette dissociation n'ayant, à notre connaissance, point été étudiée. Nous n'en connaissons que le produit $k_1 k_2 = 0,136$, que nous fournissent les données relatives à la conductivité des solutions de ce sel, contenues dans les Tables électrochimiques. Admettant que sa dissociation n'est pas progressive, c'est-à-dire que l'on a $ab^2 = k_1 k_2 e$ et $h = 0$, on aboutit aux valeurs suivantes :

$a = 0,00066$ (4), $d = 0,0000028$, $g = 0,000030$,
$b = 0,00997$, $e = 0,000000485$, $j = 0,000514$,
$c = 0,0092$, $f = 0,000128$, $x = 0,004340$.

On voit par ces résultats que, dans la réaction considérée, effectuée à 15°, la précipitation de l'oxalate de calcium est assez loin d'être complète (moins de 87 pour 100) ; l'acide chlorhydrique formé est presque complètement dissocié : il n'en reste que 3 pour 1000 à l'état de molécules.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *Sur la viscosité et la stéréoisomérie géométrique.* Note (5) de M[lle] **Germaine Cauquil**, présentée par M. Moureu.

Cette Note a pour but d'essayer de généraliser une observation sur la différence des viscosités relatives des isomères *cis* et *trans* dans la série hydroaromatique, faite au cours de nos recherches sur les propriété physico-chimiques de la série du cyclohexanol (6).

A. Nous avons étudié à cet effet la viscosité de quelques composés hydrocycliques *cis* et *trans* (7) à 25° et nous avons obtenu les résultats suivants :

---

(1) E. E. Chandler, *Amer. Chem. Soc. J.*, 30, 1908, p. 694.

(2) Au moyen des données relatives à la conductivité des solutions chlorhydriques.

(3) M. Auméras, *loc. cit.*, p. 62.

(4) Résultat concordant bien avec les mesures de M. Auméras (*loc. cit.*, p. 75).

(5) Séance du 16 mai 1927.

(6) *Thèse de doctorat*, Faculté des Sciences Montpellier, 1926, p. 87.

(7) Corps obtenus par MM. Godchot et Bedos et décrits par eux au cours de leurs récentes recherches.

	$\eta_{25°}$ isomère *cis*.	$\eta_{25°}$ isomère *trans*.
Orthométhylcyclopentanol...............	0,08259	0,09397
Orthométhylcyclohexanol................	0,10060	0,27790
Cyclohexyl-2-cyclohexanol-1	0,28507	0,34725
Diméthyl-2.5-cyclohexanol-1............	0,04284	0,09673
Diméthyl-2.4-cyclohexanone-1...........	0,01534	0,02568

Comme on le voit, dans cette série nos prévisions se confirment, surtout pour les dérivés orthométhylés, puisque les viscosités varient sensiblement du simple au double. Pour le cyclohexyl-cyclohexanol où le radical substituant est aussi important que le radical substitué, la différence est moins grande, mais néanmoins suffisamment sensible, la viscosité de l'isomère *cis* se trouvant être les $\frac{5}{6}$ de celle de l'isomère *trans*.

Ces résultats permettent de conclure que dans la série hydrocyclique la viscosité semble être une propriété physique géométriquement dirigée puisque les stéréoisomères se distinguent par leurs viscosités différentes. Les frottements intérieurs des isomères *cis* où tous les radicaux sont situés d'un même côté du plan doivent être moins intenses que ceux des isomères *trans* où les radicaux sont situés de part et d'autre.

Ce fait est à rapprocher dans une certaine mesure des différences de vitesse d'éthérification signalées par M. Vavon (1) pour les alcools hydrocycliques *cis* et *trans*.

B. Si l'on essaie d'étendre cette remarque aux isomères éthyléniques (*cis* et *trans*), on constate par contre que les différences de viscosité sont beaucoup plus faibles, ou tout au moins ne permettent pas d'être aussi affirmatif car elles peuvent se rapprocher de l'ordre des erreurs expérimentales.

1. A titre d'exemple, nous avons examiné les dichloroéthylènes *cis* et *trans*, $CHCl = CHCl$, obtenus suivant le procédé indiqué par M. Chavanne (2) en soumettant à la distillation fractionnée le produit commercial connu sous le nom de diéline. L'un des bichlorures, le composé *cis* bout à 60°,25 et fond à — 80°,5 ; l'autre, le composé *trans*, bout à 48°,35 et fond à — 50°.

Les viscosités déterminées par nous sont les suivantes :

Composé *trans*....... $\eta_{20°} = 0,0057$
Composé *cis*.......... $\eta_{20°} = 0,0049$

2. Si l'on veut examiner les premiers termes des acides bibasiques à liaison éthylénique de la série acyclique (acide maléique, acide fumarique et

(1) Vavon, *Bull. Soc. chimique*, 39, 1926, p. 666.
(2) Chavanne, *Bull. Soc. chimique Belgique*, 26, 1912, p. 287.

leurs homologues), il convient de faire remarquer qu'il n'est pas possible d'effectuer les mesures de viscosité des deux premiers acides à la même température puisque l'un (l'acide fumarique) se sublime à 200° avant de fondre et l'autre (l'acide maléique) fusible à 135°, bout à 160° en se déshydratant. Aussi avons-nous dû faire nos mesures, à 20°, sur des solutions des corps considérés dans l'alcool absolu ; de plus cette façon d'opérer a été également employée pour les composés homologues, nous mettant ainsi à l'abri de toute trace d'isomérisation possible d'un isomère dans l'autre sous l'action de la chaleur. Les résultats obtenus sont les suivants :

	Concentration dans l'alcool.	η_{20° (de la solution).
Acide fumarique (*trans*)........	25g, 8 d'alcool pour 1g d'acide	0,00143
Acide maléique (*cis*)............	25g, 8 d'alcool pour 1g d'acide	0,00135
Acide mésaconique (*trans*).....	25g d'alcool pour 5g d'acide	0,0239
Acide citraconique (*cis*)........	25g d'alcool pour 5g d'acide	0,0219

Les différences sont certainement très faibles et ne permettent pas de conclure aussi nettement que dans le cas des corps hydroaromatiques.

Toutes ces mesures de viscosité ont été effectuées à l'aide d'un viscosimètre d'Ostwald plongé dans un thermostat.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques cémentations spéciales de l'aluminium et du duralumin après double dépôt électrolytique.* Note [1] de MM. **J. Cournot** et **E. Perot**, présentée par M. Léon Guillet.

Ces recherches font suite à celles déjà réalisées [2] en vue de la protection de l'aluminium et des alliages légers contre la corrosion à l'eau de mer.

Nous avions en vue, dans cette nouvelle série d'essais, la production superficielle, par cémentation, d'alliages complexes, après dépôt électrolytique successif de deux métaux différents.

Les recherches ont porté sur l'aluminium et le duralumin comme métaux de base; le premier dépôt était constitué par du cuivre, le deuxième étant du nickel, du chrome, du cobalt ou du cadmium. Les éprouvettes (cylindres de 8mm de diamètre) étaient chauffées pour cémentation, soit en bain de sable, soit dans une atmosphère neutre de four électrique à tube; les pre-

---

(1) Séance du 16 mai 1927.

(2) *Comptes rendus*, t. **183**, 1926, p. 789 et 1289; t. **184**, 1927, p. 1172.

mières expériences ayant montré que la pénétration était dans certains cas fort importante, des essais systématiques furent entrepris en faisant varier, d'une éprouvette à l'autre, la quantité des deux métaux initialement déposés. Le tableau ci-après résume les essais effectués.

On peut tirer des résultats obtenus les renseignements suivants :

1° *Au point de vue de l'aspect extérieur après cémentation*, des plissements se produisent dans presque tous les cas pour les températures de cémentation supérieures à 575°; il est plus facile d'obtenir une surface saine avec les chauffages en bain de sable, probablement parce que l'éprouvette est mieux maintenue, et pour les cémentations en deux temps.

2° *Au point de vue micrographique*, la cémentation en deux temps paraît également favorable; la pénétration totale est réglée principalement par le cuivre, le deuxième dépôt n'ayant que peu d'influence; ceci est assez normal, étant données les températures observées et la nature des différents assemblages des métaux considérée au point de vue vitesse de diffusion; on distingue dans la zone cémentée :

a. Une solution solide qui forme tout le fond;

b. Une constitution eutectique, en faible quantité et tout à fait analogue à celle des alliages Al-Cu disposée en réseaux autour des cristaux de solution solide;

c. Un ou deux constituants durs, restant en relief au polissage, combinaisons ou solutions de combinaisons issues du métal extérieur; nous avons trouvé des aiguilles particulièrement marquées avec le cadmium qui paraît former deux combinaisons avec le cuivre.

L'interprétation de ces micrographies est malheureusement très complexe étant donnée l'ignorance dans laquelle on se trouve encore des diagrammes ternaires.

Ces quelques essais, menés sur métaux légers pour lesquels les résultats micrographiques sont difficiles à interpréter, semblent bien montrer cependant que les cémentations complexes peuvent avoir de l'intérêt pour réaliser des propriétés spéciales de surface; mais l'existence des diagrammes correspondants reste absolument indispensable si l'on veut opérer d'une façon réellement scientifique.

Métal de base.	Ouvrage initial. Temps en min.	Densité courant amp/dm².	Cémentation après cuivrage initial.	Deuxième dépôt. Métal déposé	Temps en min.	Densité courant amp/dm².	Cémentation.	Pénétration en mm.
Al.	5	0,68	sans	Ni	20	2	1 h. à 600° bain de sable	0,20
»	10	0,68	»	»	15	2	»	0,38
»	20	0,68	»	»	10	2	»	0,78
»	30	0,68	»	»	5	2	»	0,64
Dural.	10	0,67	10 m. à 600° au four	»	20	2	1 h. à 580° bain de sable	à cœur
»	20	0,67	»	»	20	2	1 h. à 620° bain de sable	à cœur
Al.	30	0,6	sans	Co	7	0,6	1 h. à 600° bain de sable	0,65
»	50	0,8	»	»	10	0,6	»	0,52
»	10	0,7	»	»	50	0,7	1 h. à 600° au four	1,69
»	50	0,7	»	»	12	0,7	»	1,04
»	30	0,7	10 m. à 600° au four	»	20	0,7	1 h. à 600° au four	à cœur
Al.	10	0,65	sans	Cd	80	0,5	1 h. à 570° au four	0,23
»	30	0,65	»	»	55	0,4	»	0,39
»	50	0,65	»	»	17	0,4	»	0,71
»	30	0,7	30 m. à 560° au four	»	45	0,4	1 h. à 550° au four	0,26
»	30	0,7	10 m. à 600° au four	»	60	0,3	1 h. à 590° au four	0,94
Al.	10	0,84	sans	Cr	20	3	1 h. à 600° au four	0,2
»	20	0,8	»	»	10	3	»	0,13
»	30	0,84	»	»	5	2	»	0,39
»	20	0,70	»	»	20	3,5	1 h. à 560° au four	0,13
»	5	0,70	»	»	32	3	30 m. à 600° au four	0,52
»	30	0,70	»	»	3	5	»	1,69
»	20	0,70	»	»	25	3,5	30 m. à 620° au four	à cœur
»	20	0,70	10 m. à 600° au four	»	20	2	1 h. à 620° au four	à cœur
»	20	0,70	30 m. à 560° au four	»	20	2	1 h. à 550° au four	0,39

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des pyrrolidones.*

Note de Mme **Ramart-Lucas** et M. **Fasal**, présentée par M. Moureu.

Malgré l'intérêt qui s'attache aux pyrrolidones tant au point de vue chimique qu'au point de vue physiologique, ces composés ont été très peu étudiés. Quelques homologues et certains dérivés de la pyrrolidone ont été préparés par différents auteurs ([1]), mais aucun de ces savants n'a poursuivi leur étude. D'une part, ces composés n'étaient pas l'objet de leurs recherches, et d'autre part ils ne les obtenaient qu'en petites quantités.

Grâce aux travaux de Haller et Bauer ([2]), les méthyldialcoylpyrrolidones sont devenues facilement accessibles et nous avons pu en aborder l'étude.

Nous nous sommes proposés de préparer des dérivés alcoylés de ces substances, de déterminer la structure des composés ainsi obtenus et de les soumettre à l'action de certains réactifs. Le résultat de ces recherches sera consigné dans la présente Note.

Suivant les conditions expérimentales, on peut concevoir que la pyrrolidone réagit sous deux formes tautomères. Traité par de l'amidure de sodium, chacun de ces isomères peut donner un dérivé sodé. Si, sur ce dérivé sodé, on fait agir des halogénures d'alcoyles, il se formera des alcoylpyrrolidones ayant la constitution soit d'un dérivé en O, soit d'un dérivé en N :

```
CH²—CH²               CH²—CH²                    CH²—CH²               CH²—CH²
|     |               |     |                    |     |               |     |
CH²   CONa + R.X → CH       CO.R (A)   ou   CH²   CO    + R.X → CH²   CO   (B)
  \   //                \   //                 \   /                \   /
    N                     N                      N                    N
                                                 \                    \
                                                  Na                   R
```

A notre connaissance aucune recherche n'avait été faite en vue de déterminer la structure de produits de l'alcoylation ([3]) directe des pyrrolidones.

([1]) Tafel, *Ber. D. Ch. G.*, 20, 1887, p. 249; 22, 1889, p. 1860. — Kuhling, *ibid.*, 22, 1889, p. 2364; 23, 1890, p. 708. — Bailli et Tafel, *ibid.*, 32, 1899, p. 68-78. — Kuhling et Falk, *ibid.*, 38, 1905, p. 1215-1218. — Tafel et Stern, *ibid.*, 33, 1900, p. 2224-2236. — Haitinger, *Monatshefte für Chemie*, 3, 1885, p. 228.

([2]) Haller et Bauer, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 825, et 160, 1915, p. 541.

([3]) Haller et Bauer avaient préparé le dernier méthylé mais ne l'ont pas étudié (*loc. cit.*).

Certains travaux ont été effectués sur des molécules possédant dans un cycle la même fonction lactame, afin de déterminer si ce complexe réagit sous l'une ou l'autre des formes isomères

$$-\underset{\displaystyle\mathrm{OH}}{\underset{|}{\mathrm{C}}}=\mathrm{N}- \quad (\mathrm{I}) \quad \text{ou} \quad -\mathrm{CO.NH}- \quad (\mathrm{II}).$$

Nous citerons en particulier le travail de MM. Friedlaender et Ostermaier (¹) sur le carbostyryle et sur l'hydrocarbostyryle.

Ces savants ont soumis l'un et l'autre de ces composés à l'action des halogénures d'alcoyles en présence de KOH alcoolique. Ils ont constaté que dans ces conditions le carbostyryle réagit sous la forme lactime (I) et donne un éther oxyde de l'oxyquinoléine alors que l'hydrocarbostyryle donne un dérivé alcoylé à l'azote correspondant à la forme lactame (II).

Traités par des hydracides en tubes scellés à 120°, les alcoylcarbostyryles se scindent en carbostyryle et halogénures d'alcoyles tandis que les alcoylhydrocarbostyryles (II) dans les mêmes conditions ne sont pas encore attaqués à 180°.

Nous avons sodé la 3.3.5-triméthylpyrrolidone avec de l'amidure de sodium, et sur ce dérivé sodé nous avons fait agir successivement :

$$CH^2=CH.CH^2.Br, \qquad C^6H^5CH^2Cl, \qquad ICH^2.COOC^2H^5.$$

Sur la 3.3-diéthyl-5-méthylpyrrolidone sodée nous avons condensé :

$$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.I \quad \text{et} \quad C^6H^5.CH^2Cl.$$

Nous avons soumis les dérivés alcoylés ainsi obtenus à l'action des hydracides et nous avons constaté que même à 180° ces composés sont à peine attaqués par HCl ou HBr.

Ce fait nous conduit à admettre que nos pyrrolidones ont réagi sous la forme (B) et qu'elles ont donné avec les halogénures d'alcoyles en présence d'amidure de sodium des dérivés alcoylés à l'azote :

$$\begin{array}{l} CH^2 — C{<}^{R}_{R} \\ CH^3CH \quad CO \\ \quad NH \end{array} + NH^2Na \rightarrow \begin{array}{l} CH^2 — C{<}^{R}_{R} \\ CH^3CH \quad CO \\ \quad N-Na \end{array} \text{ qui } + R'X \rightarrow \begin{array}{l} CH^2 — C{<}^{R}_{R} \\ CH^3CH \quad CO \\ \quad N-R' \end{array}$$

X représente un halogène; R représente CH^3, CH^3CH^2; R' représente : $CH^3CH^2=CH.CH^2$, $C^6H^5CH^2Cl$, $CH^3CH^2CH^2CH^2I$, $CH^2I.CO^2C^2H^5$.

(¹) P. Friedlaender et H. Ostermaier, *Ber. D. C. G.*, 14, 1881, p. 1916.

Si le chauffage avec les hydracides se fait à une température supérieure à 210°, il se produit une scission de la molécule avec formation du sel de l'acide dialcoylaminovalérianique et d'un halogénure d'alcoyle.

Cette réaction peut être interprétée ainsi : sous l'influence des hydracides, le noyau pyrrolidonique s'ouvre (avec la 3.3.5-triméthylpyrrolidone il suffit de chauffer à 120°), il se forme d'abord le sel d'un acide N-alcoylaminovalérianique. Dans les conditions de l'expérience la fonction amine secondaire subit une désalcoylation :

$$\begin{array}{l} CH^2 \text{—} C(R)(R') \\ CH^3 CH \quad CO \\ \quad N\text{—}R' \end{array} + H^2 + HCl \rightarrow CH^3CH\text{—}CH^2C(R)(R)\text{—}CO^2H \cdot NH(R') \cdot HCl \rightarrow CH^3CH(NH^2)\text{—}CH^2C(R)(R)\text{—}CO^2H + R'Cl.$$

Soumises à l'action réductrice du sodium et de l'alcool absolu, ces N-alcoylpyrrolidones ne subissent aucune modification.

Les dérivés organomagnésiens n'ont également aucune action sur ces composés; sauf s'il existe dans l'une des chaînes latérales une fonction susceptible de réagir avec les complexes magnésiens.

En résumé, nous avons montré que les méthyl-5-diacoyl-3.3-pyrrolidones traitées par de l'amidure de sodium et des halogénures d'alcoyles réagissent sous la forme lactame et donnent des dérivés N-alcoylés. Parmi tous ces composés, seul le dérivé N-méthylé avait été signalé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone. Acides benzalphényléthylsucciniques et benzylphényléthylmaléiques.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. Ch. Moureu.

L'acide amidé (I)

$$\text{(I)} \qquad \begin{array}{c} C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH).CO^2H \\ | \\ O \\ | \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH).CO.NH^2 \end{array}$$

à fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone, m'a donné, par une longue série

de réactions (¹), un acide bibasique (II)

$$\text{(II)}\qquad \begin{array}{r} C^6H^5.CH^2.CH.CO^2H \\ | \\ O \\ | \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.CH.CO^2H \end{array}$$

fondant à 204°. Cet acide fournit deux anhydrides : l'un normal (P. f. 104°) régénérant, par hydratation alcaline, l'acide générateur; l'autre anormal, de formule (III)

$$\text{(III)}\qquad \begin{array}{r} C^6H^5.CH^2.COH.CO \\ | \quad\quad \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.CH\quad .CO \end{array}\!\!>O$$

fondant à 75° et déjà étudié. J'ai indiqué en particulier que l'acide, bibasique et alcool tertiaire, auquel correspond cet anhydride, est très instable et retourne à l'anhydride dès qu'il est libéré de ses sels par un acide fort.

I. Voici maintenant de nouvelles réactions de ce curieux anhydride.

Lorsqu'on le maintient à l'ébullition plusieurs heures avec une solution de potasse ou de soude, soit aqueuse, soit alcoolique, il se transforme en acides bibasiques et éthyléniques $C^{19}H^{18}O^4$ qui peuvent être représentés par les formules (IV) ou (V),

$$\text{(IV)}\quad \begin{array}{r} C^6H^5.CH=C\quad .CO^2H \\ | \quad\quad\quad \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.CH.CO^2H \end{array} \qquad \begin{array}{r} C^6H^5.CH^2.C.CO^2H \\ \| \quad\quad \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.C.CO^2H \end{array}\quad \text{(V)}$$

suivant le sens de la déshydratation.

J'ai jusqu'ici isolé quatre de ces acides isomères. J'en ferai connaître aujourd'hui trois dont l'étude est suffisamment avancée; ils fondent à 161°, 184°, 120° et seront désignés respectivement par les lettres A, B et C.

II. L'acide A (P. f. 161°) s'obtient par l'action de la soude en solution dans l'alcool amylique. Pour le séparer de l'isomère B formé en même temps, on utilise la faible solubilité ds son sel ammoniacal dans la solution aqueuse à 3 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

Cet acide A est identique avec l'acide benzalphényléthylsuccinique obtenu par moi synthétiquement (²); il doit donc être représenté par le schéma (IV). Son anhydride normal fond à 100°. Par une ébullition de

---

(¹) J. Bougault, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1944; 181, 1925, p. 247; 182, 1926, p. 1224.

(²) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 247.

plusieurs heures avec une solution de soude dans l'alcool amylique, l'acide A s'isomérise en l'acide suivant B.

III. L'acide B (P. f. 184°) s'obtient dans la même opération que le précédent, et en plus forte proportion. Il est moins soluble dans l'éther que l'acide A. Son anhydride normal fond à 106°. Contrairement à l'acide A, il n'est pas hydrogéné par l'amalgame de sodium et cette résistance le rapproche des acides maléiques disubstitués; aussi proposerai-je, pour le représenter, la formule de constitution (V).

IV. L'acide C (P. f. 120°) s'obtient le mieux par ébullition de l'anhydride (III) avec la potasse aqueuse. Il se distingue des deux précédents par la solubilité de son sel de calcium. Il est très soluble dans l'éther. L'hydrogénation par l'amalgame de sodium le transforme en acide benzylphényléthylsuccinique fondant à 170°. Son anhydride normal fond à 112°.

L'ébullition avec la solution de soude dans l'alcool amylique le convertit en l'isomère B, qui paraît être le plus stable des trois dans ces conditions.

Chose curieuse, la réaction (ébullition avec la soude aqueuse) qui fournit cet acide C à partir de l'anhydride (III) est réversible, et l'acide C retourne partiellement, dans ces conditions, à l'anhydride générateur.

Je ne suis pas encore en mesure d'assigner à cet acide une formule de constitution.

L'étude de ces trois acides isomères sera développée dans un autre Recueil, mais je veux encore signaler une réaction fort intéressante qui est la suivante :

Ces trois acides qui, comme il est indiqué plus haut, donnent chacun un anhydride normal par l'action ménagée de l'anhydride acétique (10 *minutes à* 100°), *fournissent, par une ébullition de* 3 *heures, avec le même réactif, un seul et même composé, qui est l'anhydride* (III) *dont ils dérivent, par l'action des alcalis.*

Il y a donc successivement déshydratation entre les carboxyles, puis hydratation de la liaison éthylénique; l'anhydride final étant tautomère des acides A, B et C.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action de l'amidure de sodium sur la cyclohexanone.* Note (¹) de M. **R. Cornubert**, présentée par M. Ch. Moureu.

On sait que l'amidure de sodium agit sur les cyclanones en sodant ces dernières en α par rapport au carbonyle, ce qui permet ensuite d'alcoyler; mais à côté des alcoylcétones on trouve souvent une quantité plus ou moins importante de produits de condensation. La comparaison des quantités de ceux-ci, obtenues au cours de différentes alcoylations de cyclohexanones cyclopentanones par la méthode de M. A. Haller, nous a conduit à examiner systématiquement l'alcoylation de la cyclohexanone, recherche que nous avons commencée par l'étude des produits résultant de l'action de l'eau sur la cétone sodée. Notre travail peut se résumer de la façon suivante :

1° *Pour un amidure donné* (1^{mol}) *la quantité de produit de condensation formé au cours de la sodation dépend de la concentration de la solution éthérée de cétone* (1^{mol}) comme le montre le tableau suivant :

	Condensation de la cyclohexanone à 5 % près pour l'amidure moyen :	
Éther en cm^3 pour 20^g de cétone.	A, blanc, 1,3 % NaH pour 100.	B, gris, 1,8 % NaH pour 100.
60 (action très vive)	40	″
80 »	45	50
95	22	″
115	11	″
150 (action relativement peu vive)	<5	27
250 » »	<5	11

De plus, à une concentration déterminée (80^{cm^3}) et pour un amidure donné, cette quantité dépend : *a*. de la température à laquelle on opère (avec maximum de condensation vers 20° et non pas à l'ébullition de l'éther); *b*. au cours du dégagement d'ammoniaque, de la durée de l'opération. Une alcoylation doit donc être effectuée à dilution suffisante, condition également nécessaire dans le cas de la cyclohexanone du fait de la faible solubilité du dérivé sodé.

2° *Pour un certain amidure, avec une quantité déterminée d'éther, à une*

(¹) Séance du 16 mai 1927.

température donnée, en chauffant pendant un temps suffisant pour que la sodation soit complète, la quantité de produits de condensation obtenue ne dépend pas de la nature de l'alcoyle fixé, et cette condensation est identique à celle que l'on aurait si l'on n'alcoylait pas mais si l'on traitait le dérivé sodé par l'eau.

Amidure B.

	Condensation de la cyclohexanone, à 5 pour 100 près, 20g de cétone dans 80 et 250cm³ d'éther	
Agent d'alcoylation........	80cm³.	250cm³.
	Pour 100.	Pour 100.
Sulfate de méthyle..............	50	11
Iodure de méthyle..............	45	16
Iodure d'éthyle................	45	21
Bromure d'allyle...............	50	11

3° *L'action de l'amidure de sodium sur la cyclohexanone à la concentration de* 20g *dans* 80cm³ *d'éther conduit à une grande quantité de cyclohexylidènecyclohexanone à côté d'une petite quantité de produits supérieurs de condensation.* Ces derniers sont constitués par un liquide épais passant au point d'ébullition de la dicyclohexylidènecyclohexanone et ne tardent pas à se prendre en partie en cristaux incolores très peu solubles dans l'alcool et l'éther froids, relativement peu solubles dans le benzène froid, fondant à 181°, soit 186° (corr.). Ce corps, qui ne contient pas d'azote, répond à la formule brute $C^{18}H^{28}O^{2}$, que représentent les formules développées (I) et (II) :

C—CH C=C
OH CO

(I).

C—CH CH—C
CO
O

(II).

Un chauffage de deux heures à 150° avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium fondu ne nous ayant pas donné de dérivé acétylé et n'ayant pas engendré la moindre trace de dicyclohexylidènecyclohexanone, nous attribuerons la formule (II) à ce corps cristallisé, en nous proposant de la vérifier par la suite.

GÉOLOGIE. — *Sur la nature géologique du sud-est de l'Indochine.* Note de M. **F. Blondel**, transmise par M. Pierre Termier.

Une série d'explorations rapides m'a permis de parcourir depuis un an le sud-est de l'Indochine française. La dernière de ces tournées a été faite en compagnie de M. A. Lacroix.

Ces explorations, jointes à l'étude d'échantillons recueillis en grand nombre par les officiers du Service géographique permettent de composer une première esquisse de la région située approximativement au sud-est d'une ligne allant de Phnom Penh à Tourane.

Si imparfaites que soient ces observations, il est peut-être intéressant de les faire connaître actuellement, car les seules publications provenant d'explorations personnelles que l'on possède sur cette région sont extrêmement réduites; on ne peut citer que celles qui sont dues à MM. Lantenois (¹), Petiton (²) et R. de Lamothe (³).

Je me contenterai de noter ici les quelques faits saillants qui paraissent se dégager de ces études sommaires. La présente Note est en particulier consacrée à quelques remarques sur la nature des terrains rencontrés dans cette région.

1° Ces terrains se groupent dans six séries qui sont, de haut en bas : des alluvions modernes et anciennes; des basaltes; une série de schistes ou de grès; des rhyolites ou des roches du même groupe; une série de schistes ou quartzites; du granite, accompagné souvent de gneiss.

2° Les alluvions couvrent de larges étendues de part et d'autre du Mékong, de ses vallées affluentes ainsi que sur le pourtour des lacs du Cambodge. Elles forment surtout, non seulement le delta actuel du Mékong, mais encore un delta plus ancien, situé au Nord. Cette région du delta du Mékong s'étend, dans la direction Nord-Sud, depuis Kompong Cham jusqu'à la pointe de Camau sur environ 350^{km} et, dans le sens Ouest-Est, de Hatien à Baria, sur 250^{km}.

(¹) Lantenois, *Notes sommaires sur la géologie du Sud-Annam, de la Cochinchine et du Cambodge* (*Bull. Serv. Géol. Indochine*. **2**, III, 1912).

(²) Petiton, *Géologie de l'Indochine*, Paris, 1895.

(³) R. de Lamothe, *Itinéraires géologiques dans le Cambodge occidental et le Laos méridional* (*Bull. Serv. Géol. Indochine*, **15**, IV, 1926).

3° Les autres terrains sédimentaires sont représentés par les deux séries qui encadrent les rhyolites. La série la plus récente est datée par la découverte de M. Lantenois dans la région de Trian à environ 50^{km} au nord-est de Saïgon, d'une ammonite, décrite par M. Mansuy comme *Grammoceras Lantenoisi* du Toarcien; l'autre série plus ancienne et souvent assez métamorphique n'est pas datée avec précision pour le moment; il faut probablement la rapporter au Dévonien ou au Carbonifère inférieur. Ces terrains sédimentaires ne paraissent exister en abondance que dans la région du Mékong.

4° Les rhyolites affleurent sur une large étendue d'environ 200^{km} de longueur sur 100^{km} de largeur entre Nha Trang et Phan Tiet dans le sud-est de la région considérée ici.

5° Le granite est également très abondant et affleure sur l'arête principale qui court du Nord-Est au Sud-Ouest depuis le cap Varella jusqu'au cap Saint-Jacques.

6° Il y a lieu de noter l'absence de calcaires dans cette région. On n'en connaît à l'heure actuelle qu'un seul petit affleurement dans la haute vallée de la rivière de Nha Trang. Cet affleurement a été signalé par M. Krempf et l'échantillon recueilli a été décrit par M. Bourret (1). Cette absence ou tout au moins cette rareté des calcaires est absolument remarquable. Au nord-ouest de la région décrite actuellement, les calcaires, et principalement les calcaires anthracolithiques, sont au contraire extrêmement abondants. Il semble que cette rareté des calcaires soit en corrélation avec l'abondance des rhyolites suivant une opposition qui paraît bien démontrée dans le Nord-Annam par les travaux de M. Fromaget. On est tenté de voir dans tout ce pays un massif émergé vraisemblablement depuis le Carbonifère et baigné sur son bord nord-ouest par la mer dont un bras, allant de Tourane à Saïgon, l'aurait séparé jusqu'au Lias inférieur de l'autre partie de l'Indochine.

---

(1) BOURRET, *Contribution à l'étude des Roches indochinoises* (Roches de la région de Nha Trang et du nord du Tonkin) (*Bull. Serv. Géol. Indochine*, **14**, III, 1925).

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du Pliocène supérieur dans la vallée de l'Aujon.* Note [1] de M. E. Bruet, transmise par M. Ch. Depéret.

J'ai précédemment signalé la probabilité très grande de la présence du Pliocène supérieur au sommet des plateaux, formant une terrasse de 140^{m}, renfermant vraisemblablement *Bos etruscus* Falc. (= *Bos elatus* Pomel), dominant la vallée de l'Aujon [2].

Depuis, j'ai poursuivi mes recherches, j'ai obtenu la confirmation de la présence de *Bos etruscus* et j'ai identifié dans une autre coupe du même terrain *Equus Stenonis* Cocchi, grâce à des molaires inférieures et supérieures qui s'éloignent beaucoup des formes « caballines » pour se confondre avec les formes de l'*Equus Stenonis* du Pliocène supérieur. Des os des membres de l'*Equus Stenonis* sont moins bien conservés.

Enfin des os divers et en particulier une prémolaire inférieure me font rapporter un autre mammifère à *Hippopotamus major* Cuv.

Je viens donc affirmer l'âge pliocène supérieur de la haute terrasse de la vallée de l'Aujon dont je vais donner les caractéristiques.

Ces alluvions pliocènes sont particulièrement bien représentées sur la rive droite de l'Aujon, dans la forêt de Châteauvillain et d'Arc, entre Giey-sur-Aujon et Coupray; toutefois je les ai retrouvées sur la rive gauche à l'altitude de 390^{m}, face au château de Val-Bruant.

Sur la rive droite, on commence à rencontrer l'ocre rouge à Mammifères fossiles entre la route de Nosloy et le chemin de Vauclair à Bugnières; mais c'est au nord de la ferme de Sautreuil qu'elle acquiert à la cote 400 une épaisseur remarquable. On suit cette couche sur les plateaux jusqu'à l'extrémité nord de la route des Religieuses sur le territoire de la commune de Cour-l'Évêque.

Je choisirai comme type la coupe que j'ai relevée au Nord-Est et, à quelques centaines de mètres de la maison forestière *La Vendue* qui représente bien le gisement. A partir du sol j'ai rencontré une couche

(1) Séance du 16 mai 1927.

(2) E. Bruet, *Sur la présence de galets et de quartz au sommet des plateaux bathoniens de la région d'Arc-en-Barrois* (*C. R. S. Société géologique de France*, 12, séance du 21 juin 1926, p. 122 et 123); *Sur la présence d'une nappe alluviale et sur la découverte du Callovien dans la région d'Arc-en-Barrois* (*Haute-Marne*), Note présentée à la séance du 7 mars 1927.

d'humus de $0^{m},40$ environ, puis une couche d'argile ocreuse passant progressivement à l'ocre rouge d'une pureté remarquable, parsemée de roches calcaires en partie décomposées. Cette couche d'ocre rouge de 8^{m} d'épaisseur renferme des fossiles nettement calloviens (*Terebratula Sæmanni* Oppel; *Lunuloceras* sp., etc.) qui indiquent son origine initiale. Il s'y est produit de plus des phénomènes de décalcification.

Il est à noter que le Callovien de la région a un faciès à marnes ocreuses mélangées de peroxyde de fer hydraté.

L'ocre rouge repose sur une brèche de cailloux calcaires anguleux renfermant des galets de quartz ou de grès que j'ai reconnus comme d'origine vosgienne, avec des fragments d'ammonites calloviennes roulés, mêlés à du minerai de fer pisolitique et à de la limonite; ces minerais étant très peu importants. L'épaisseur du conglomérat varie entre $0^{m},50$ et 1^{m}. C'est dans ce conglomérat ou bien lorsqu'il n'existe pas, à la base de l'ocre rouge et au contact des galets de grès et de quartz mêlés au minerai de fer, que j'ai trouvé les Mammifères fossiles.

L'ocre rouge repose sur une couche d'ocre jaune dont je n'ai pas encore évalué l'épaisseur mais qui égale au moins celle de l'ocre rouge. Fort pure en profondeur, l'ocre jaune repose sur le Callovien à *Kepplerites calloviensis* Sow., représenté par des calcaires jaunâtres parsemés d'inclusions de sidérose. Ce dernier terrain ne doit plus guère exister qu'à l'état de témoin, car il forme conglomérat en gros galets arrondis à la base de l'ocre jaune. L'âge de la couche d'ocre jaune n'est pas encore déterminé, la zone fossilifère, si elle existe, devant se trouver à la base, point que je n'ai pas encore atteint suffisamment.

Il est à noter que la zone ferrugineuse rappelle bien les circonstances du terrain sidérolithique, tout au moins comme mode d'origine par décalcification de marnes ou marno-calcaires, et qu'en particulier il y aurait peut-être un rapprochement à faire entre le Pliocène de la vallée de l'Aujon ou la couche d'ocre jaune plus ancienne et les terrains classés comme sidérolithiques sur la carte géologique au $\frac{1}{80000}$ n° 83 (Chaumont).

Ces terrains affleurent notamment dans la vallée de l'Aube, dans les environs de Clairvaux, Bayel, etc. Je me propose d'examiner la valeur de cette hypothèse prochainement, sur le terrain.

Des recherches ultérieures permettront aussi de situer dans le Pliocène supérieur la faune de la haute terrasse de l'Aujon, qui offre jusqu'à présent des affinités avec la faune du Val d'Arno et de l'Astésan, ainsi que sa répartition géographique dans cette vallée affluente du Bassin de Paris.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques Poissons fossiles du nord de Madagascar.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans le nord de Madagascar, la base de la série sédimentaire est formée de couches détritiques dont l'âge exact est resté longtemps incertain. La découverte, par M. Waterlot, d'Ammonites très bien conservées, a permis récemment de rapporter au Permien supérieur toute la formation, qui, dans la région des monts Andavakoera, avait déjà fourni, avec quelques Céphalopodes, une riche faune ichthyologique signalée par A. Smith-Woodward, A. Merle et E. Fournier. Priem a ensuite donné une étude détaillée de ces Poissons.

Des échantillons recueillis par M. Waterlot dans la région d'Ambilobe me permettent d'indiquer la présence à Madagascar du genre *Acentrophorus* qui n'était signalé jusqu'à présent que dans le Permien supérieur d'Angleterre. *Acentrophorus*, de la famille des Sémionotidés, est un des plus anciens Poissons holostéens connus. La forme malgache montre très nettement, à côté des caractères typiques du genre et de la famille (morphologie de l'appareil operculaire, préopercule étroit, présence d'un interopercule), des traits de structure qui rappellent les Paléoniscidés (nageoire caudale hétérocerque). C'est surtout des espèces *varians* et *glaphyrus* qu'il faut rapprocher nos échantillons.

L'une des formes classées par Priem dans la famille des Paléoniscidés appartient sans aucun doute à celle des Catoptéridés et me paraît devoir être rapportée au genre *Perleidus* signalé dans le Trias du Spitzberg et de Lombardie. Les os de membrane du crâne présentent la même forme et les mêmes connexions dans l'exemplaire de Madagascar et dans *P. altolepis* de Lombardie et *P. Woodwardi* du Spitzberg. Les canaux sensoriels y suivent le même trajet; on voit très nettement, en particulier, le canal sus-orbitaire qui part du pariétal, passe dans le frontal pour descendre sans doute en avant de l'orbite. Ce canal sus-orbitaire se continue en arrière par une ligne sensorielle (organes en puits) homologue de la ligne antérieure d'*Amia calva* et des Téléostéens; deux autres légers sillons représentent, sur le pariétal, les branches moyenne et postérieure du même organe.

Sur le surtemporal on aperçoit la trace du canal sous-orbitaire. Dans

l'ensemble, c'est le dessin des canaux sensoriels des Paléoniscidés et de *P. Woodwardi*. Les rayons branchiostèges sont peu nombreux; le maxillaire, très élevé dans la région sous-orbitaire, s'amincit vers l'avant. Tous ces caractères se retrouvent chez *P. Woodwardi*. La morphologie des nageoires et la structure des écailles parlent aussi dans le sens d'une étroite analogie entre les fossiles de Madagascar et ceux du Spitzberg.

Il est intéressant de remarquer que par la structure de la tête (os de membrane, squelette viscéral) et le dessin des canaux sensoriels, ce genre *Perleidus* nous montre d'étroites ressemblances avec les Paléoniscidés, tandis que nous trouvons au contraire, dans les relations des éléments de soutien des nageoires avec leurs supports endosquelettiques, des analogies avec des Poissons plus évolués, les Protospondyles.

Très curieuse est la forme rapportée par Priem au genre *Pristisomus*, et qui, sans aucun doute, doit en être séparée. Le crâne présente dans sa structure (morphologie du préopercule et du maxillaire, extension de la région ethmoïdale) des caractères de Paléoniscidés et même de Paléoniscidés spécialisés. Mais l'existence d'un petit interopercule et l'absence d'hétérocercie la rapprochent des Holostéens.

Un certain nombre d'échantillons permettent d'étudier le squelette cérébral. La présence, dans cette forme, d'un canal pour l'insertion des muscles droits de l'œil (*myodome*) est indiscutable. Ce myodome, distinct de la chambre trigémino-faciale, a d'étroits rapports avec le canal transverse qui donne passage à la veine pituitaire.

Les points de sortie des nerfs craniens sont facilement identifiables et l'on détermine aisément la position du spiraculum.

Le trajet de certains nerfs (*n. ophtalmicus-trigemini* par exemple), indiqué par une légère rainure, a un aspect voisin de celui présenté par *Acipenser* et les Saurichtyidés. Les vaisseaux sanguins (carotide commune, division céphalique de l'aorte) paraissent avoir au contraire un dessin très particulier. L'importance de ces structures sera mise en évidence par une étude comparative détaillée; mais on peut dire dès maintenant que les ressemblances avec les Téléostéens ne sont pas moindres qu'avec les Ganoïdes actuels.

En résumé, l'étude du genre *Acentrophorus* nous conduit à préciser les affinités entre le groupe des Chondrostéens et celui des Holostéens; le genre

Perleidus nous permet de mettre en évidence, dans le réseau des canaux sensoriels du crâne, des analogies avec certaines formes vivantes; enfin, la troisième forme décrite éclaire, grâce aux détails de structure qu'elle montre, de nombreux points de la morphologie du crâne.

BOTANIQUE. — *Le Yagé, plante sensorielle des Indiens de la région amazonienne de l'Équateur et de la Colombie.* Note de MM. **Em. Perrot** et **Raymond-Hamet**, présentée par M. Guignard.

Il ne reste plus guère de drogues sensorielles ou toxiques à connaître que parmi certaines tribus de l'Amérique tropicale, du Mexique au Pérou. Les matériaux d'étude sont difficiles à se procurer et nombre de renseignements précis manquent encore concernant le Peyotl, l'Ayahuasca, le Caapi, le Huanto, le Yagé, le Yocco, etc. : il faut donc se contenter de pouvoir élucider, de temps à autre, quelques points obscurs de leur histoire et de dégager ainsi, peu à peu, des légendes, la vérité scientifique.

Après les récits du Dr Reinburg en 1921, l'un de nous a, le premier en Europe, attiré l'attention des pharmacologistes sur les préparations enivrantes des vieilles races autochtones du Haut-Amazone, décrites sous les noms de Yagé, Ayahuasca, Caapi, dont une seule et même plante, d'après nos recherches, semble fournir le principal ingrédient.

Le Yagé est une liane décrite par Villavicencio, pour la première fois, en 1858, sous le nom d'Ayahuasca, qu'elle porte dans l'Équateur. Le Caapi a été trouvé par Spruce et rapporté par Grisebach à une Malpighiacée, le *Banisteria Caapi*. Le voyageur français Crevaux, en 1883, rapporte que certains indigènes du sud colombien emploient une liqueur enivrante à base d'écorce de Yagé et que d'autres utilisent la racine jaune du Caapi. Rocha a confirmé, en 1905, l'usage du Yagé dans la Caqueta colombienne.

Zerda-Bayon, dans un rapport d'expédition scientifique en Colombie, a attribué au Yagé des propriétés merveilleuses, un peu fantaisistes, qui ont été vulgarisées en France par Warcollier. Le Dr Reinburg, expérimentant sur lui-même, confirme cependant une partie des effets euphoriques et des hallucinations visuelles provoquées par l'ingestion de la drogue.

En 1908, Koch-Grunberg, qui passa deux années chez les Indiens, rapporte le Yagé au *Banisteria Caapi* et Whiffen affirme que la liane est désignée, indifféremment, dans le nord-ouest de l'Amazone, sous les noms d'Ayahuasca et de Caapi.

Zerda-Bayon avait reconnu dans la plante la présence d'un alcaloïde qu'il dénomma *télépathine* en raison des propriétés qu'il lui attribuait. Mais c'est Cardenas qui le premier isola cet alcaloïde dont il fixa les caractères d'identité et le mode d'action pharmacodynamique. Enfin Villalba, sans citer les travaux antérieurs, extrait à nouveau deux alcaloïdes : l'un la *Yagéine*, contenue dans la feuille à la dose de 1,50 pour 100, l'autre la *Yagénine*, beaucoup moins abondant (0,025 pour 100) et non étudiée encore.

La Yagéine n'est autre que la télépathine et nous lui conservons ce nom. Les recherches de Villalba, confirmées par son élève Albarracin (1925), détruisent la plupart des légendes antérieures.

L'exploration récente d'un botaniste belge M. Claes, apporte quelques lumières sur la question ; elle a permis de nouvelles observations de Michiels et Clinchart et nous a fourni également plusieurs échantillons qui, comparés avec ceux que possédait déjà le Muséum et la Collection de matière médicale de la Faculté de Pharmacie, ont donné lieu à la série d'observations, dont le résumé fait l'objet de cette Note, qui sera complétée par une autre publication trés détaillée.

Les caractères extérieurs et microscopiques des tiges et des feuilles des Ayahuasca, Caapi et Yagé sont suffisamment concordants pour faire admettre une origine botanique commune; l'absence de tout organe sécréteur, canaux ou laticifères, de tissu criblé surnuméraire; la présence de poils en navette sur la feuille, la nature du morcellement du cylindre central de la tige si conforme à ce qu'a montré Chodat chez le *Banisteria Hassleriana*, permettent de rapporter toutes ces drogues au *Banisteria Caapi*.

Les différences rencontrées dans la forme plus ou moins lancéolée des feuilles, la présence ou l'absence des glandes à la base de certaines nervures secondaires, ne sont pas de nature à faire admettre pour elles des entités spécifiques; suivant les conditions extérieures, la plante paraît varier quelque peu et il y a sans doute de nombreuses variétés.

Par la méthode de Villalba, nous avons pu extraire, sans difficulté, de nos échantillons, une douzaine de grammes d'un alcaloïde, la *télépathine* (yagéine), cristallisé en belles aiguilles blanches, fusible à $+253°$ et donnant les réactions colorées typiques suivantes :

1° SO^4H^2 *conc.* : coloration jaune verte; 2° SO^4H^2 *conc.* additionné de *bichromate de* K : stries fugaces bleu violet; 3° *acide nitrique :* vert passant au bleu verdâtre, puis bleu vert rabattu de noir (vulgo : vert magnifique);

si l'on chauffe alors au bain-marie la coloration devient bleu violet et si l'on évapore on a un résidu violet; 4° *réaction de Vitali :* si, à ce dernier résidu, on ajoute quelques gouttes d'une solution de potasse, on obtient une belle couleur orangée.

Action générale sur les animaux. — Cet alcaloïde a été expérimenté sur le pigeon, le cobaye et le chien. La *télépathine* est très active, sa dose léthale est d'environ 200^{mg} par kilogramme d'animal. A dose toxique, elle provoque de l'incoordination motrice, de la parésie et des convulsions. A dose mortelle, elle paralyse le centre respiratoire.

Action anesthésique locale. — Les essais ont été faits avec M. Regnier qui a appliqué sa technique personnelle connue. La solution à 0,4 pour 100 de chlorhydrate de *télépathine* a le même pouvoir anesthésique local qu'une solution à 0,2 pour 100 de *chlorhydrate de cocaïne.*

La télépathine (Yagéine) semble être chez l'homme un puissant stimulant provoquant de l'euphorie avec une augmentation de la mémoire et des facultés intellectuelles en même temps qu'une alacrité musculaire analogues à celles des caféiques.

Elle peut, en outre, provoquer chez l'homme à l'état de veille des hallucinations visuelles curieuses, mais il est absolument certain qu'elle est dépourvue des actions télépathiques ou métagnomigènes qu'on lui a naïvement attribuées.

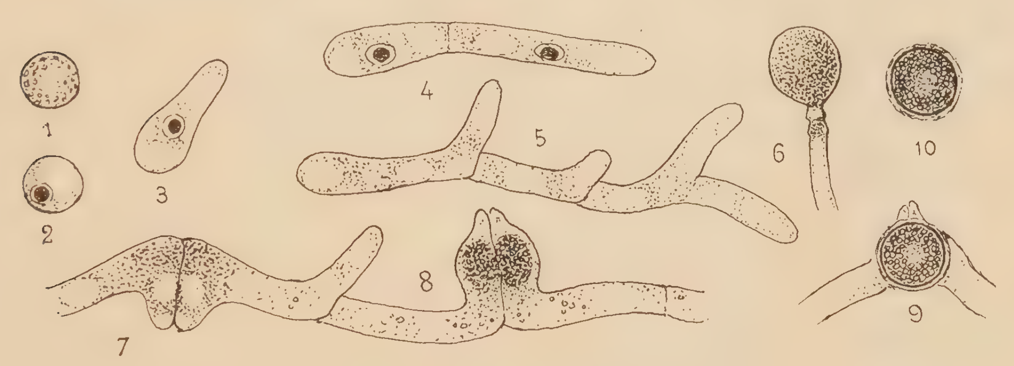
Enfin il semble que la télépathine ait le pouvoir de provoquer chez l'homme sain une glycosurie analogue à la glycosurie phloridzinique.

MYCOLOGIE. — *Sur la nature et l'évolution des « sphérules » décrites chez les Ichthyophones, Phycomycètes parasites de la Truite.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. F. Mesnil.

Le genre *Ichthyophonus* a été créé en 1911 par Plehn et Mulsow pour un organisme parasite de la Truite, l'*I. Hoferi*, agent d'une maladie meurtrière découvert en 1893 par Hofer qui le considérait alors comme une Grégarine. Par la suite, Laveran et Pettit (1910) en font une Haplosporidie et Pettit en 1913 le rattache au genre *Ichthyosporidium*, bien que Plehn et Mulsow aient montré en 1911, à la suite d'essais de culture, qu'il s'agissait d'un champignon, voisin, selon eux, des Chytridinées. En 1923 Léger et Hesse ont décrit un nouvel Ichthyophone, *I. intestinalis*, dans la Truite sauvage et les Salmonides d'élevage qui, fort voisin du précédent, reste localisé au

tube digestif où il se multiplie par plasmotomie en donnant d'emblée huit ou seize éléments massifs multinucléés. Une autre espèce, *I. lotæ*, décrite par Léger en 1926 dans la Lote d'eau douce, ne diffère de la précédente que par sa taille plus petite et la forme souvent allongée des stades intestinaux.

Dans toutes ces espèces d'Ichthyophones, ainsi que Pettit l'a décrit le premier pour *I. Hoferi*, le terme de l'évolution du parasite dans l'hôte est représenté par des éléments sphériques uninucléés et à paroi résistante que cet auteur a désignés sous le nom de sphérules. On les trouve parfois en quantité innombrable dans l'intestin et les excréments des Truites infestées où certaines présentent même un début de germination que Pettit a fort bien vu et dessiné, mais sans suivre plus loin leur évolution, bien qu'il ait reconnu par l'expérience que les sphérules transmettent l'infection (1).



Germination et sexualité chez *I. intestinalis*, × 500.

1, spore (sphérule) *in vivo*; 2, 3, 4, spore et début de la germination (color. au fer); 5, naissance des rameaux (*in vivo*); 6, conidie; 7, 8, 9, sexualité (*in vivo*); 10, zygote mûr.

Chez *I. intestinalis* comme chez *I. Hoferi*, les sphérules, de 12 à 15μ (*fig.* 1 et 2), diffèrent des stades endogènes par leur noyau unique à gros karyosome et la présence d'une masse de réserve qui rejette celui-ci à la périphérie. Sur le vivant, elles ont un aspect clair avec quelques grains superficiels épars, tandis que les formes de multiplication endogène, à noyaux nombreux, petits et massifs, sont plus grosses, jusqu'à 30μ et plus, et à contenu finement granuleux, sombre, laissant une zone périphérique claire.

En vue de reconnaître la véritable nature du parasite, nous avons tenté de nombreux essais de culture de ces sphérules qui représentent certainement une forme de résistance destinée à gagner l'extérieur.

(1) *Ann. Institut Pasteur*, 27, 1913, p. 986.

Or, en plaçant les sphérules sur un milieu approprié (nous avons à cet effet employé le bouillon de Truite gélosé), celles-ci germent rapidement en un long tube mycélien bientôt divisé en articles donnant chacun un petit rameau latéral (*fig.* 2, 3, 4 et 5). Et, au bout de 3 à 4 jours à la température de 15°, on obtient une belle culture en broussaille qui se montre bientôt parsemée de nombreux zygotes sphériques donnant l'aspect d'un buisson sans feuilles chargé de fruits.

Chaque zygote se forme au contact de deux articles voisins d'un même rameau, qui se renflent en se déprimant mutuellement et, après réduction nucléaire, donnent chacun un gamète. Les deux gamètes, ainsi formés en regard l'un de l'autre, se fusionnent et donnent un œuf sphérique de 25^{μ} de diamètre, qui se revêt d'une paroi très résistante formée d'écailles concentriques (*fig.* 7, 8, 9, et 10).

Sur milieu pauvre, le tube mycélien reste court, puis se fragmente, ou bien il émet un prolongement grêle à l'extrémité duquel son contenu se renfle en une conidie sphérique terminale (*fig.* 6) rappelant les images obtenues par Plehn et Mulsow dans leurs essais de culture de *I. Hoferi*.

Les figures de croissance, de conjugaison, de réduction, de fécondation, ainsi que la forme et les autres caractères du zygote et des conidies sont si semblables à celles des *Basidiobolus* étudiés par Eidam chez la Grenouille et par Lœwenthal chez le Lézard, qu'il ne peut y avoir aucun doute sur l'étroite parenté de notre parasite avec ce dernier genre. Les ressemblances sont même si étroites qu'elles nous autorisent à l'inclure dans le genre *Basidiobolus*. Et cela nous paraît d'autant plus justifié que Lœwenthal, à la fin de son Mémoire sur *B. lacertæ*, signale, en addendum, la découverte de stades de multiplication de ce parasite, sous forme d'éléments sphériques, dans l'estomac du Lézard; ce qui accentue encore l'analogie d'évolution avec notre *Ichthyphonus intestinalis*.

La conclusion qui s'impose c'est que les sphérules des Ichthyophones, décrites par Pettit chez *I. Hoferi* et par nous chez *I. intestinalis* de la Truite, sont les spores d'un Zygomycète de la famille des Entomophtorées et du type *Basidiobolus*, champignon qui, modifié par le parasitisme, évolue et se multiplie sous une forme massive dans le corps du Poisson. Nous reviendrons prochainement sur certaines modalités particulières de cette évolution.

Pour le moment, nous ferons remarquer que le type *Basidiobolus* se trouve ainsi représenté chez trois sortes de Vertébrés à sang froid, Poisson, Batracien et Reptile, et précisément chez ceux qui se régalent de mouches, berceau des Entomophtorées. C'est sans doute dans ces Entomophtorées

des Insectes qu'il faut rechercher l'origine de ces *Basidiobolus* à stades végétatifs et multiplicatifs plus ou moins modifiés par l'adaptation au milieu Vertébré.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un accélérographe permettant la mesure directe des accélérations d'un oiseau en vol.* Note de MM. **Huguenard** et **A. Magnan**, présentée par M. d'Arsonval.

Les qualités aérodynamiques des oiseaux ainsi que les conditions mécaniques du vol sont encore trop mal connues pour que l'on puisse donner une explication précise de la propulsion et de la sustentation par battements d'ailes et un tel problème ne pourra être solutionné qu'à la suite d'expériences nouvelles.

Nous avons montré qu'il était possible d'évaluer par une méthode cinématographique les qualités aérodynamiques d'un oiseau qui plane ([1]), mais une telle méthode qui permet très bien d'étudier le vol battu au voisinage du sol offre de grandes difficultés d'application dans le cas du plein vol qui se fait le plus souvent à uue certaine altitude. Comme c'est ce plein vol qui fournit les renseignements les plus intéressants, nous nous sommes proposés de le comparer au vol battu au voisinage du sol.

Pour arriver à ce résultat, nous avons cherché à mesurer directement les accélérations de l'oiseau en vol à l'aide d'un accélérographe que nous avons imaginé. Nous avons disposé cet instrument sur le dos d'un pigeon voyageur qui peut porter sans difficultés une charge supplémentaire.

Cet accélérographe, de forme profilée et de dimensions réduites, mesure $7^{cm},5$ de long, 3^{cm} de large et 3^{cm} de haut; il pèse 55^{g} (*fig.* 1). Il comporte un cylindre enregistreur de 2^{cm} de diamètre, effectuant un tour en 6 secondes et donnant des diagrammes de 6^{cm} sur 2^{cm}, sur lesquels s'inscrivent les accélérations verticales au voisinage du centre de gravité de l'oiseau, le mouvement d'une aile ainsi que les vibrations d'une lame servant de chronographe; ces vibrations sont entretenues par le mécanisme enregistrant le mouvement de l'aile.

La grande légèreté de cet appareil a pu être obtenue par l'emploi comme masse accélérométrique du cylindre enregistreur et de son mouvement

([1]) *Sur la détermination cinématographique des polaires en vol des oiseaux, des planeurs et des avions* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 802).

d'horlogerie, disposition grâce à laquelle les $\frac{4}{5}$ du poids de l'instrument sont utilisés comme masse accélérométrique.

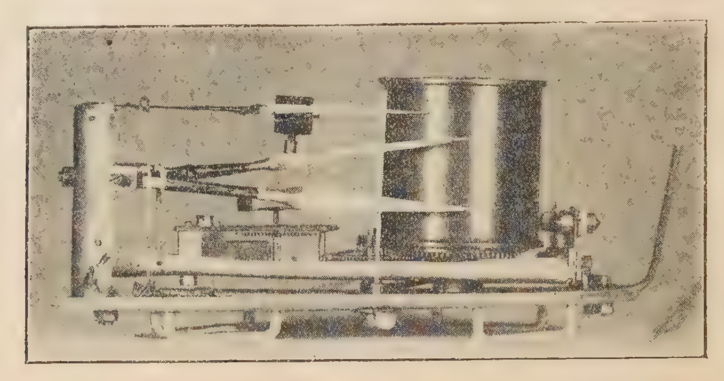


Fig. 1.

Ce petit accélérographe possède une période propre d'oscillation de $\frac{1}{20}$ de seconde et présentait au début une sensibilité de 1^{mm} par m/sec^2 d'accélération. Étalonné statiquement, il a été ensuite posé sur une lame vibrante munie d'nn entretien électrique. La comparaison des aecélérations dues aux oscillations sinusoïdales de la lame et des tracés enregistrés par l'appareil a permis de vérifier l'exactitude de l'étalonnage précédent pour une fréquence d'oscillation voisine de celle de battement des ailes de pigeon, soit environ 5 par seconde.

Nous avons fixé alors l'accélérographe sur une sorte de corset qui enveloppait le corps du pigeon en laissant libres son cou, ses ailes, ses pattes et la queue. Un fil de soie tressé, relié aux pattes, se déroulait d'un moulinet et permettait de mesurer la vitesse et d'arrêter le vol de l'oiseau après un parcours déterminé.

Nous avons ainsi obtenu divers enregistrements qui nous ont montré dès le début que l'envol du pigeon à partir du sol provoquait des accélérations considérables, ce qui nous a amenés à réduire de moitié la sensibilité de l'accélérographe. La figure 2 reproduit la courbe tracée par l'instrument ainsi remanié au commencement du vol de l'oiseau lâché à $1^m,50$ du sol et s'éloignant à une très faible vitesse en battant fortement des ailes à raison de 6 à 8 coups par seconde. Les accélérations atteignent alors 4^g. La figure 3 représente une portion de courbe tracée par l'appareil dans un vol battu plus régulier que le premier et par conséquent plus proche du plein vol. Les coups d'ailes sont encore rapides, mais d'une amplitude plus faible.

Dans ces premiers essais, nous n'avons pas utilisé le chronographe, ni le dispositif d'enregistrement du mouvement de l'aile, en raison de la trop grande valeur des accélérations observées. En outre le résultat de ces

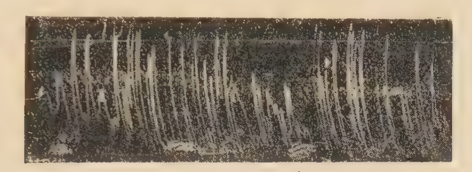


Fig. 2. Fig. 3.

expériences nous a amenés à construire un mécanisme supplémentaire, commandé par les battements d'aile, qui aura pour fonction de déclencher le cylindre enregistreur au bout d'un nombre de battements déterminé de manière à n'enregistrer le mouvement des trois styles qu'au moment où l'oiseau sera en plein vol. Nous pourrons alors abandonner complètement un pigeon à quelques kilomètres de son colombier par temps calme.

Les accélérations relevées dans ces conditions, avec l'amplitude des coups d'ailes en fonction du temps, nous permettront d'évaluer avec précision les qualités aérodynamiques de l'oiseau pendant son vol.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches quantitatives sur l'excitabilité de l'appareil du goût chez l'Homme.* Note de M. et Mme **A. Chauchard**, présentée par M. Henneguy.

La sensibilité gustative a été mesurée de plusieurs manières. La plus usitée consiste à déterminer le seuil de la sensation pour des solutions sapides de concentrations diverses que l'on applique sur les papilles (Valentin, Toulouse et Vaschide). On la mesure aussi par le temps de réaction à l'excitant. C'est ainsi qu'ont procédé von Vintschgau, Beaunis, Ch. Henry, H. Piéron.

La méthode gustatométrique est d'une application délicate, les liquides se diffusent à la surface de la muqueuse, le seuil est difficilement mesurable. D'autre part, la méthode des temps de réaction est trop exclusivement subjective. En outre ces méthodes ne permettent pas de comparer l'excitabilité de l'appareil gustatif à celle des autres éléments, sensoriels, sensitifs, moteurs, sécrétoires qui, toutes, sont étudiées au moyen de

l'excitant électrique, le seul qui permette d'analyser avec précision ces phénomènes. C'est ce qui nous a engagés à adopter comme critérium ce que les auteurs appellent le *goût électrique*.

On sait depuis les travaux de Henle et Meissner, Neumann, Du Bois Reymond, Rosenthal, que l'application d'un courant électrique sur la pointe de la langue provoque une sensation que les uns qualifient d'acide, les autres de piquante. Ce moyen a été utilisé pour établir la topographie gustative de la muqueuse linguale et aussi pour l'étude de l'agueusie.

Notre exploration a porté sur les diverses parties de la face supérieure de la langue. La sensation est aussi nettement perçue au niveau du V lingual qu'à la région antérieure de l'organe, exception faite de la zone que Schreiber a montrée être insensible à toutes les saveurs; il est facile d'en déterminer le seuil. Il était dès lors indiqué d'étendre à l'appareil du goût la méthode générale d'étude quantitative de l'excitabilité et d'en mesurer la chronaxie.

Sur la nuque du sujet en expérience, nous appliquons comme anode une plaque d'argent qu'enveloppe une compresse de gaze imbibée de solution physiologique de chlorure de sodium. La cathode, que nous portons sur le point de la langue à exciter, est une électrode impolarisable du type d'Arsonval-Lapicque, ou bien un fil d'argent à extrémité mousse. Les électrodes sont reliées soit à un chronaximètre, soit au circuit d'excitation utilisé par Lapicque pour les mesures d'excitabilité.

Les expériences ont été faites sur dix sujets; dans chacune d'elles la cathode est placée successivement sur l'extrémité de la langue et sur les papilles du V lingual. Au chronaximètre on trouve que les valeurs de la chronaxie sont comprises entre $1^{\sigma},4$ et $1^{\sigma},8$ pour l'extrémité de la langue, entre $0^{\sigma},3$ et $0^{\sigma},5$ pour le V lingual. La rhéobase est, en général, plus élevée pour cette dernière région. La méthode des condensateurs nous donne des résultats concordants. Dans cette série d'expériences, la résistance qui intervient dans le calcul de la constante de temps (circuit et shunt) est égale à 11500 ohms; en série sur le sujet, nous plaçons une résistance de même valeur. La capacité pour un voltage double du voltage rhéobasique est comprise entre 0,35 et 0,40 microfarad pour la portion antérieure, entre 0,09 et 0,10 microfarad pour la région postérieure, soit une chronaxie de $1^{\sigma},4$ à $1^{\sigma},6$ pour l'une, de $0^{\sigma},4$ à $0^{\sigma},5$ pour l'autre.

Nous avons cherché comment varie le voltage liminaire quand on fait varier le temps de passage du courant (ou la capacité). Voici les résultats de deux expériences. Dans l'une, les déterminations ont été faites par la

méthode des condensateurs; dans l'autre, au chronaximètre. On a excité successivement la région antérieure et la région postérieure (V lingual) :

1° *Condensateurs.*

Région antérieure. Capacité en farad 10^{-6}.	Voltage.	Région postérieure. Capacité en farad 10^{-6}.	Voltage.
10	11	11	30
3	13	3	30,5
2	14,2	2	32
1	17	1	42
0,45	22	0,50	50
0,30	31	0,14	60
0,20	42	0,05	90
0,10	60		

2° *Chronaximètre.*

Région antérieure. Capacité en farad 10^{-3}.	Voltage.	Région postérieure. Capacité en farad 10^{-3}.	Voltage.
40	2	15	3,4
20	2	10	3,4
10	2,6	5	4,4
5	3,4	3	4,8
2	4	0,9	6,2
1	4,6	0,4	7
0,5	5,6	0,2	8
0,2	7,6	0,1	10

Comme dans le cas des autres éléments excitables, le voltage décroît avec la durée du stimulus jusqu'à une limite au delà de laquelle il ne s'abaisse plus quelle que soit la prolongation du passage du courant.

Sur les courbes établies avec les chiffres ci-dessus, on retrouve les deux mêmes valeurs de chronaxie que par la mesure directe.

Il est admis actuellement que les nerfs gustatifs de la langue sont le glosso-pharyngien pour le tiers postérieur, la corde du tympan pour les deux tiers antérieurs. D'après certains auteurs, toutes les fibres gustatives, même celles de la corde du tympan, appartiennent au glosso-pharyngien qu'elles rejoignent par des anastomoses au cours de son trajet ou au niveau de son origine bulbaire. Pour d'autres elles se rattachent à deux systèmes distincts. Il semble bien que l'inégalité des chronaxies apporte un argument décisif en faveur de cette dernière opinion.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la respiration*, in vitro *du sang de divers animaux homéothermes*. Note (¹) de M. **Jean Roche** et Mme **Eugénie Siegler-Soru**, présentée par M. A. Desgrez.

Le rapport liant la production calorique d'un organisme à l'intensité respiratoire de ses tissus n'a pas encore pu être précisé d'une façon définitive. En effet les résultats expérimentaux et les opinions divergent également, qu'il s'agisse de l'intensité respiratoire *in vitro* des tissus ou de la participation d'une « masse active » à la production calorique des différents animaux. Si l'on adopte la manière de voir de Wells, de Kayser et Le Breton, les différences observées dans la production calorique ont, au moins partiellement, pour origine une différence dans l'intensité respiratoire des tissus. Au contraire suivant Büchner et Grafe, Grafe, Terroine et Roche, la respiration des tissus homologues, *in vitro*, étant à peu près la même chez des animaux de production calorique différente, cette dernière devra être commandée par des facteurs extracellulaires. Or, sans discuter la valeur des méthodes employées par les divers auteurs, il est permis de noter que, en ce qui concerne l'intensité respiratoire des tissus, des résultats contradictoires ont été obtenus avec une même technique, celle de Warburg, qui, au reste, paraît être la meilleure parmi celles proposées jusqu'ici. Ne faut-il pas voir là un indice de la réelle difficulté de maintenir intacts les échanges d'un fragment d'organe isolé et finement disséqué? Il nous a semblé que le sang, mieux que tout autre tissu, pouvait être étudié *in vitro* dans des conditions voisines de celles où il se trouve *in vivo*, car son prélèvement n'entraîne pas une altération grave d'une partie de ses cellules. Cette expérimentation a déjà été ébauchée autrefois par Schutzenberger et par Hoppe-Seyler. Depuis, Warburg observa :

1° Que des globules rouges nucléés (sang d'oie) consomment plus d'oxygène que des globules rouges anucléés (sang de lapin), ce qui, d'après cet auteur, est une preuve du rôle prédominant du noyau dans la respiration de la cellule; 2° que des globules rouges de sang de lapin consomment environ deux fois plus d'oxygène que des globules rouges de sang de bœuf.

Aussi nous a-t-il paru qu'il y avait intérêt à étudier la consommation d'oxygène *in vitro* des sangs de différents homéothermes pour déterminer : 1° si les divers sangs présentent entre eux dans leur intensité respiratoire

(¹) Séance du 16 mai 1927.

des différences analogues à celles de la production calorique des animaux dont ils proviennent; 2° si les sangs à globules rouges nucléés présentent toujours une intensité respiratoire supérieure à celle des sangs à globules rouges non nucléés.

Nous avons opéré sur du sang défibriné d'animaux adultes maintenu à l'abri de l'air pendant 1 heure au thermostat à 20°, et cela immédiatement après sa sortie des vaisseaux. Un dosage de l'oxygène par la méthode Nicloux-Roche est fait sur une partie aliquote au début de l'expérience et un autre sur le sang resté 1 heure au thermostat. La différence entre la teneur en oxygène du sang dans les deux essais correspond à l'oxygène consommé.

Voici le tableau des moyennes de nos résultats, exprimées en centimètres cubes d'oxygène à 0° et 760^{mm} pour 100$^{cm^3}$ de sang. Nous y joignons les valeurs moyennes, empruntées à Krogh ([1]), de la production calorique des animaux exprimée en calories par heure et par kilogramme.

A. *Sangs à globules rouges non nucléés.*

Espèce animale.	Cheval.	Bœuf.	Porc.	Mouton.	Chien.	Lapin.	Cobaye.
Oxygène consommé........	1,10	1,26	1,99	2,07	2,15	2,72	2,98
Nombre de déterminations..	3	6	6	6	6	6	6
Calories produites par kg./h.	0,5	–	0,8	–	2,5	3,5	6

B. *Sangs à globules rouges nucléés.*

Espèce animale.	Oie.	Dindon.	Canard.	Poulet.	Pigeon.
Oxygène consommé..................	3,05	2,86	3,03	3,22	3,78
Nombre de déterminations...........	6	2	3	8	6
Calories produites par kg/heure.......	3,5	–	5	5	10

Les consommations d'oxygène des sangs et la production calorique des animaux correspondants s'ordonnent de manière identique. Mais leurs valeurs respectives ne présentent aucune proportionnalité. Alors que la production calorique du cobaye est, par unité de poids, 12 fois plus grande que celle du cheval, la respiration de son tissu sanguin est égale à 2,7 fois celle du sang de cheval. Les sangs d'animaux de production calorique nettement différente (lapin et cobaye par exemple) peuvent même présenter des consommations d'oxygène très voisines.

([1]) A. Krogh, *The respiratory exchange of animals and man* (*Monogr. on biochem.*, Longmans, Green and Cie, London, 1916, 173 pages).

L'identité de la consommation d'oxygène de sangs à globules rouges anucléés et de sangs à globules rouges nucléés (cobaye et oie) montre que le noyau n'intervient pas nécessairement dans l'intensité de la consommation d'oxygène de la cellule sanguine.

Il ressort en outre de constatations faites dans la même série d'expériences, dont le détail sera publié dans un autre recueil, qu'aucun rapport ne paraît relier entre eux dans les sangs d'animaux de diverses espèces : d'une part la teneur en hémoglobine — donc le degré de saturation en oxygène — et le nombre de globules rouges ou blancs et, d'autre part, la consommation en oxygène.

L'ensemble de ces résultats n'exclut pas absolument la participation d'un élément propre aux tissus dans les différences présentées par la calorification de divers homéothermes. Mais il indique aussi, par la faiblesse des écarts dans la respiration du sang des divers animaux, qu'il faut chercher en dehors des tissus la cause principale de la calorification des homéothermes.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur les organes céphaliques transitoires de l'alevin d'*Acara tetramerus *Heckel*. Note de Mlle **M.-L. Verrier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'existence d'organes céphaliques transitoires a été signalée chez les larves de Lepidosiren et de Protoptère parmi les Dipneustes, et chez un certain nombre de Ganoïdes où leur développement et leur structure ont été particulièrement étudiés par Eycleshymer et Wilson [1], Reighard et Phelps [2] chez *Amia*, par Sawadsky [3] chez *Acipenser rutheaus* L. Budgett [4] en a fait connaître la présence, parmi les Téléostéens, chez un Mormyridé l'*Hyperopisus bebe* Lacep et chez un Characinidé le *Sarcodaces odoe* Bl. où il en a indiqué rapidement le nombre et la situation, sans en préciser la structure.

J'ai observé chez des alevins d'un Cichlidé, l'*Acara tetramerus* Heckel, l'existence, à la région frontale, d'organes discoïdes présentant en leur

(1) *Biol. Bull. Woods Hole*, **14**, 1908, p. 134-148.
(2) *Journ. Morphol.*, **19**, 1908, p. 469-496.
(3) *Anat. Anz.*, **40**, 1911, p. 356-378.
(4) *Trans. Zool. Soc. London*, **16**, 1901, p. 130-131.

centre une dépression circulaire et faisant, à la surface du tégument, une saillie plus ou moins accusée suivant l'âge de l'individu étudié. Ces organes sont toujours au nombre de six et forment deux groupements très nets. Le groupe antérieur comprend deux organes placés immédiatement en arrière des orifices nasaux, et disposés symétriquement de part et d'autre du plan médio-sagittal de la tête. Le groupe postérieur occupe le sommet de la tête et se trouve constitué de quatre organes, deux de chaque côté du plan médio-sagittal de la tête de l'alevin.

Ces organes existent chez l'alevin avant l'éclosion : ils peuvent être vus par transparence à travers la coque. Ils atteignent leur maximum de développement deux ou trois jours après l'éclosion chez des alevins de $3^{mm},5$. Ils régressent ensuite et ont presque disparu au moment de la résorption du vitellus. Il n'en existe aucune trace chez l'adulte.

Sur des coupes pratiquées verticalement dans des têtes d'alevins, chaque organe se montre formé par la réunion d'une vingtaine de cellules disposées en une seule assise autour d'une cavité centrale, sorte de canal ou plutôt d'alvéole de 50^{μ} de profondeur. Ces cellules sont semblables de forme et de structure. Ce sont des éléments cylindriques atteignant jusqu'à 40^{μ} de hauteur sur 10^{μ} de largeur. Le noyau, granuleux et arrondi, occupe toujours la région profonde de la cellule où il est entouré d'une couche de protoplasme dense. A mesure que l'on se rapproche de l'extrémité de la cellule en contact avec la cavité centrale, on voit le protoplasme s'individualiser en sphérules de mucus, qui, en certains points, s'échappent par rupture de la paroi de la cellule, dans la lumière de la cavité. Cet ensemble rappelle la morphologie d'une glande muqueuse du type alvéolaire simple.

Sur des coupes perpendiculaires aux précédentes, on peut voir d'épais tractus de sécrétion muqueuse se porter d'une cellule à une autre, s'anastomoser et former une sorte de réseau à l'entrée du canal. Cette sécrétion paraît avoir pour effet de permettre aux alevins d'adhérer les uns aux autres; il est très rare, en effet, d'observer des alevins d'*Acara* isolés avant la résorption du vitellus; ils sont généralement agglutinés par leur tête, par groupe d'une dizaine.

Par leur nombre et leur situation, les organes céphaliques de l'alevin d'*Acara tetramerus* rappellent ceux de l'*Hyperopisus bebe;* leur structure se rapproche de celle des organes céphaliques de l'*Amia;* enfin, comme dans ces deux espèces, ils peuvent être considérés comme des disques adhésifs.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le stade médusoïde des Vélleles.* Note de M. **Jules Barrois**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Vélleles ayant été cette année assez fréquentes à Villefranche, j'ai eu la bonne fortune de rencontrer un stade du développement de ces animaux dont il n'existe, à ma connaissance, aucune mention dans les travaux publiés jusqu'à ce jour.

Ce stade ne présente encore aucune trace de pneumatophore, il ne flotte pas à la surface de la mer, mais se trouve en suspension au milieu du liquide salin, il présente l'aspect et la configuration d'une jeune méduse, comprenant *ombrelle* et *cavité sous-ombrellaire*, la première dirigée en avant pendant la natation, la seconde occupant l'extrémité postérieure sur laquelle elle débouche par une ouverture entourée d'un cercle de huit tentacules.

On sait que chez les méduses du groupe des Géryonides, l'ombrelle fortement renflée a la forme d'une cloche à peu près sphérique dont une petite partie seulement se trouve remplie par la chambre sous-ombrellaire qui en occupe l'extrémité postérieure. Telle est aussi la disposition du stade médusoïde des Vélleles. Doublant intérieurement l'épiderme de cette ombrelle en forme de cloche sphérique, se trouve un épais feuillet présentant les caractères ordinaires de l'endoderme des Siphonophores. Enfin, sur la portion de ce feuillet superposée à la chambre sous-ombrellaire, se voit déjà l'indication de l'épaississement central (épaississement hépatique) et des huit canaux radiaires qui en divergent pour se rendre aux tentacules.

Après ce stade seulement, se forme le pneumatophore; il résulte de la sécrétion d'une bulle d'air à l'intérieur de la chambre sous-ombrellaire. Par suite de cette sécrétion, toute la portion correspondante se trouve entraînée avec cette bulle, vers la surface de la mer où la jeune méduse se met à flotter dans une position renversée, soutenue par la chambre sous-ombrellaire transformée en flotteur, tandis que l'ombrelle, devenue postérieure, se perce d'une ouverture au pôle apical pour former le gastrozoïde primitif. Notre jeune méduse se trouve ainsi convertie en un organisme présentant tous les caractères fondamentaux du type Siphonophore, nous sommes passés du *stade médusoïde* au *stade Rataire*.

Le développement embryonnaire des Siphonophores, tel que nous le connaissions, ne nous avait jusqu'ici appris qu'une chose, c'est que le zooïde primitif dont provient la colonie est issu de la division d'une *larve du type planula* en deux parties se faisant suite : en avant, la partie destinée à

former le pneumatophore; en arrière, la partie destinée à former le gastrozoïde central sur lequel se produiront les bourgeons, et dans l'interprétation de l'organisme Siphonophore la plus généralement acceptée, ces deux parties se faisant suite étaient regardées comme assimilables, la première, au flotteur formé par l'ombrelle d'une méduse du type Sarsiade retroussée sur elle-même, la seconde, au manubrium garni de bourgeons de la même méduse.

La genèse du zooïde primitif représenté par la Rataire nous montre que ce mode de développement des Siphonophores jusqu'ici connu ne représente qu'un mode de développement abrégé résultant de l'enjambement du stade médusoïde encore existant chez les Vélleles; et la transformation de ce stade médusoïde en Rataire, que les représentants de ce dernier groupe nous permettent d'observer, nous donne le moyen de reconnaître à quelles parties du Siphonophore correspondent exactement les différentes parties de la méduse dont il provient.

On voit ainsi que ce n'est pas du manubrium, mais de l'ombrelle de la méduse, que provient le gastrozoïde central, et que la chambre du flotteur n'est de son côté autre chose que la cavité sous-ombrellaire refoulée vers la surface par la bulle d'air formée à son intérieur, manière de voir qui se trouve d'ailleurs en parfaite harmonie avec les rapports de structure assez intimes, signalés par certains auteurs entre le pneumatophore et la chambre sous-ombrellaire.

MÉDECINE. — *Sur l'origine physiologique du cancer. Géophysique d'un milieu pathogène. Aperçu d'une causalité universelle.* Note [1] de M. **Stelys**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation d'un fait établissant une relation étiologique entre les endémies de dégénérescence néoplasique et le milieu ambiant dans le Massif Central.

Le tracé de l'endémie cancéreuse de Clermont, établi sous les auspices de la *Société des Sciences médicales de Clermont-Ferrand,* décrit le fait dans les limites géographiques d'une cité [2].

Obtenu par le pointé des cas de décès par cancer après un séjour des sujets défunts d'au moins une année dans la même habitation, et sur une

(1) Séance du 25 avril 1927.

(2) *Archives médicales du Centre*, 11, vi, avril 1926, p. 9-10.

durée expérimentale de deux lustres, l'un antérieur et l'autre postérieur à la Guerre, ce relevé topographique donne deux cartes remarquablement superposables. Il montre la distribution principale des maisons à cancer, *le long d'une dénivellation du territoire urbain qui traduit une cassure volcanique du sous-sol*, étendue du Nord au Sud, sur le versant ouest du dôme pépéritique occupé par la ville, et *autour des sources bicarbonatées mixtes carboniques* qui émanent de cette faille (Ph. Glangeaud); notamment *au voisinage des fontaines pétrifiantes de Saint-Allyre et du Pont-Naturel*, où l'histoire locale relate la création d'une des plus importantes léproseries du moyen âge et la rencontre, autour de ses « quatre recluses », de gens porteurs de tumeurs incurables de toutes sortes (Grégut).

La zone de léthalité ainsi jalonnée par les vestiges d'une révolution plutonique, où *l'anhydride carbonique abonde au milieu de constants dégagements gazeux et radioactifs*, correspond à la présence d'une atmosphère très ionisée, et asphyxique, sous un climat normalement très sec (E. Mathias).

Un semblable déterminisme s'observe chez les animaux domestiques et sauvages, qui en témoignent à première vue par une multiplicité extraordinaire de *dermatoses bénignes et malignes*, à l'instar de la population humaine. Le phénomène est surtout remarquable sur les failles bordières de la fosse géosynclinale de la Limagne, — contre le voussoir de la chaîne des Puys à l'Ouest, de Royat à Châtel-Guyon, contre le voussoir du Forez à l'Est, de Thiers à Châteldon, voire au niveau des failles médianes que suit le lit de l'Allier, de Sainte-Marguerite à Beauregard-Lévêque, où les principaux centres pathogènes s'étagent *en se caractérisant par un myxœdème séculaire*, à l'exemple des endémies classiques de la Suisse. Dans la généralité des animaux tués sur la place de Clermont-Ferrand, les observateurs autorisés font encore remarquer une singulière propension des organes viscéraux à produire les plus énormes métaplasies autour des points d'irritation traumatique et des corps étrangers enkystés.

La végétation spontanée ou cultivée confirme *l'action hypertonique* de l'ambiance dans les mêmes milieux, et la succession de *ses effets de stimulation et de dégénérescence* qui accusent son rôle cancérigène conformément aux données du *cancer expérimental*. S'il faut un exemple positif, il conviendra de retenir le *cas des sycomores du Parc thermal de Royat*, sis à proximité du *griffon* alimentant en eau carbo-gazeuse le célèbre établissement de la Source Eugénie, et restent de la sorte étroitement soumis au jeu des éléments telluriques, des rayons β et de CO^2, dont les influences sont manifestement vaso-dilatatrices (Teissier) de nature à déterminer l'éréthisme du

centre nerveux de la respiration chez l'homme et l'animal (Nicloux) et vraisemblablement chez la plante (J. Bose), l'exaltation des organes sécrétoires et des ferments oxydasiques, en somme le fonctionnement vicié du système neuro-végétatif.

En se plaçant à un point de vue général, il semble que l'apparition du cancer constitue une réplique des tissus irrités par un excès d'acide carbonique ou une carence d'oxygène dans le milieu nutritif ou ambiant. D'où exaltation fonctionnelle du noyau caractérisant les états germinatifs (Boveri, Regaud) en raison de son rôle oxygénant et diastasique qui mesure son pouvoir trophique (Fishel, M. Prenant).

D'où également élévation défensive du rapport nucléo-plasmatique (Fauré-Fremiet).

Les questions de contagion et d'hérédité s'éclairciront certainement par l'étude physique du lieu et de l'habitat.

A 16h l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de Membre libre, vacante par le décès de M. *Haton de la Goupillière*, présente par l'organe de M. le Président la liste suivante :

En première ligne, ex æquo par ordre alphabétique	MM. **Charles Achard**, **Louis Martin**.
En seconde ligne, ex æquo par ordre alphabétique	MM. **Armand de Gramont**, **Paul Helbronner**.
En troisième ligne, ex æquo par ordre alphabétique.	MM. **Jacques Cavalier**, **Henri Pottevin**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17h30m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 4 avril 1927.)

Note de MM. *André Kling* et *Daniel Florentin*, Sur les transformations des phénols en hydrocarbures en présence de catalyseurs et d'hydrogène sous pression :

Page 887, ligne 13, *au lieu de* mais sont constitués par des mélanges aliphatiques, *lire* mais sont constitués par des mélanges de cyclohexane et de carbures aliphatiques.

(Séance du 25 avril 1927.)

Note de M. *Edmond Vellinger*, Le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique :

Page 1010, légende de la figure, intervertir les deux traits, la première ligne correspondant au trait pointillé, la deuxième au trait plein.

(Séance du 2 mai 1927.)

Note de M. *Ph. Joyet-Lavergne*, La teneur en glutathion réduit est un caractère de sexualisation du cytoplasme :

Page 1090, ligne 6, *au lieu de* La teneur en glutathion est un caractère..., *lire* La teneur en glutathion réduit est un caractère....

(Séance du 16 mai 1927.)

Note de M. *Maurice Hamy*, Sur une règle empirique concernant le grossissement d'une lunette :

Page 1149, fin de la Note, *ajouter :* En conséquence, on trouve $G = 2D$, en remplaçant L par l'arc de $4'$ qui correspond à une action séparatrice de l'œil s'exerçant sans effort.